ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT ;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME VI.

PARIS.

CARILIAN-GŒURY ET V[ve] DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n[os] 39 et 41.

1844.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics, à M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines,* à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 8 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT, rue Racine, n. 28.

En publication chez :

CARILIAN-GŒURY ET Vve DALMONT, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

A Paris, quai des Augustins, nos 39 et 41.

TRAITÉ COMPLET

DE

MINÉRALOGIE

PAR

A. DUFRÉNOY,

Ingénieur en chef des Mines, membre de l'Académie royale des Sciences,
professeur aux Écoles royales des Mines
et des Ponts et Chaussées, membre des Sociétés Philomatique de Paris,
Géologique de France, Linnéenne de Normandie,
Géologique de Londres, Géologique de Cornouailles,
de la Société Helvétique, correspondant
des Académies des Sciences de Berlin, de Turin,
de l'Institut national des États-Unis
de l'Amérique du Nord, etc.

Trois forts volumes in-8°,

AVEC UN GRAND NOMBRE DE FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE,
des planches imprimées en taille-douce et un atlas volumineux.

...l'ouvrage complet. — *Le tome 2me avec son atlas paraîtra en janvier 1845.*

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME 1er.

CARILIAN-GŒURY ET Vᵛᵉ DALMONT, ÉDITEURS,
LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
A Paris, quai des Augustins, nos 39 et 41.

Mise en vente du tome 2 avec son atlas. Prix : 10 fr. *

TRAITÉ

DE

L'EXPLOITATION DES MINES

PAR

M. CH. COMBES,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR D'EXPLOITATION
A L'ÉCOLE ROYALE DES MINES.

3 FORTS VOLUMES IN-8°,

ACCOMPAGNÉS CHACUN D'UN ATLAS IN-4°.

Le tome deuxième du *Traité de l'exploitation des Mines* comprend les chapitres suivants : CHAPITRE VI. — CREUSEMENT, BOISAGE, CUVELAGE ET MURAILLEMENT DES PUITS. — CHAPITRE VII. — MÉTHODES D'EXPLOITATION, OU ENSEMBLE DES TRAVAUX SOUTERRAINS D'UNE MINE. — CHAPITRE VIII. — AÉRAGE DES MINES. — Incendies dans les mines de houille. — Éclairage des mines.

Le tome troisième et dernier traitera, d'une manière complète, de tout ce qui concerne le transport des minerais souterrainement et à la surface, l'extraction des minerais, l'épuisement des eaux et la géométrie souterraine.

Ce volume, avec son atlas de 20 planches environ, sera mis en vente en janvier 1845.

---

* Le prix des tomes 1 et 2 (*en vente*) avec leur atlas, est de 22 fr. — Les souscripteurs payent, en outre, 5 fr. à compte du tome III, avec atlas, qui paraîtra en janvier 1845.

ANNONCES.

D'ouvrages nouveaux relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des mines et usines.

FRANCE.

JUILLET — AOUT 1844.

Note sur la nouvelle machine pneumatique à mouvement continu, inventée en 1844 par Charles Chevalier. In-8 d'une feuille. Imp. de Proux, à Paris.

Traité de géométrie; par J. Adhémar. Géométrie plane. In-8 de 29 feuilles 1/4, plus un vol. de 1/4 de feuille et 24 pl. Imp. de Fain et Thunot. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Vve Dalmont, quai des Augustins, 39 et 41. Prix. . . . . 10 fr.

Des Conséquences du voisinage des chemins de fer et des voies navigables; par M. Minard. In-8 d'une feuille 1/2, plus une carte. Imp. de Fain et Thunot, à Paris.

Nomenclature chimique française, suédoise, allemande, et synonymie; par Jules Garnier. In-12 de 5 feuilles. Imp. de Crapelet, à Paris. — A Paris, chez Méquignon-Marvis fils, rue de l'École-de-Médecine, 3. Prix. . . . . 3 fr.

Traité de Stéréotomie, comprenant les applications de la géométrie descriptive à la théorie des ombres, la perspective linéaire, la gnomonique, la coupe des pierres et la charpente; par C.-F.-A. Leroy. In-4 de 62 feuilles 1/2, plus un atlas in-folio de 74 pl. Imp. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Victor Dalmont, quai des Augustins, 39. Prix. 34 fr.

Traité théorique et pratique de l'emploi de l'acier et des effets de la trempe, considérés dans leurs relations et dans leurs rapports avec les propriétés de ce métal; par D.-P. Constant Pionnier. In-8 de 5 feuilles 1/4. Imp. de Bourgogne, à Paris.

CARTE géologique des Côtes-du-Nord; par M. Eugène de Fourcy. In-8 de 11 feuilles 3/4. Imp. de Fain et Thunot, à Paris.

DICTIONNAIRE des arts et manufactures, description des procédés de l'industrie française et étrangère; par MM. d'Arcet, Payen, Brun, etc. Première livraison. In-8 d'une feuille. Imp. de Gratiot, à Paris.—A Paris, chez Mathias (Augustin), quai Malaquais, 15.
Prix de la livraison. . . . . 50 c.

ESSAI d'une description géologique du département de Seine-et-Marne; par M. de Sénarmont, ingénieur des mines. In-8 de 15 feuilles. — de Seine-et-Oise; par le même. In-8 de 17 feuilles 1/2. Imp. de Béthune, à Paris.

PRÉCIS de chimie organique; par Charles Gerhardt. Tome 1er. In-8 de 40 feuilles 3/4. Imp. de Bourgogne, à Paris. — A Paris, chez Fortin-Masson, place de l'École-de-Médecine, 1. Prix. . . . . 8 fr.

NOTICE sur les eaux minérales de Hombourg (près Francfort-sur-Mein); par Victor Stæberg; avec l'analyse chimique, par le professeur Liébig. 2e édition. In-12 de 3 feuilles 3/4. Imp. de Delacour, à Vaugirard.

TRAITÉ de Minéralogie; par A. Dufrénoy. Tome 1er. In-8 de 42 feuilles 3/4. Imp. d'Hennuyer, aux Batignolles. A Paris, chez Carilian-Gœury et Vor Dalmont.

FRANCE.

SEPTEMBRE — OCTOBRE 1844.

APERÇU de la méthode géographique, ou division naturelle de la surface de la terre, dans ses rapports généraux avec la géologie, la phytologie, la zoologie; par N. Dally. In-8 de deux feuilles. Imp. de Schneider, à Paris. — A Paris, chez Waille, rue Cassette, 6; chez l'auteur, rue du Pot-de-Fer, 2.

TRAITÉ des manipulations chimiques. Description raisonnée de toutes les opérations chimiques et des appareils dont elles nécessitent l'emploi; par Adolphe Bobierre. In-8 de 31 feuilles, plus 3 pl. Imp. de P. Renouard, à Paris. — A Paris, chez Méquignon-Marvis, rue de l'Ecole-de-Médecine, 3. Prix. . . . . 6 fr.

ETUDES de gîtes minéraux, publiées par les soins de l'administration des mines. (Mémoire sur les houilles de Saône-et-Loire; par M. Manès. Texte.) In-4 de 22 feuilles. Imp. de Mme Dondey-Dupré, à Paris.

INTRODUCTION à l'étude de la chimie; par Emile Rousseau. In-18 de 6 feuilles.Imp. de P. Renouard, à Paris. — A Paris, chez Méquignon-Marvis, rue de l'École-de-Médecine, 3. Prix. . . . . 3 fr.

MÉMOIRE sur les machines à vapeur et leur application à la navigation, présenté à l'Académie royale des sciences pour le concours du prix à décerner en exécution d'une ordonnance royale du 13 novembre 1834; par M. Reech. In-4 de 24 feuilles. Imp. de Mme Bouchard-Huzard, à Paris. — A Paris, chez Arthus-Bertrand, rue Hautefeuille, 23.

PUBLICATION industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés et les plus récents, employés dans les différentes branches de l'industrie française et étrangères; par Armengaud aîné. Dixième livraison du tome III (fin du volume). In-8 de 4 feuilles 3/4. Imp. de Fournier, à Paris. — A Paris, chez l'auteur, rue du Pont-Louis-Philippe, 13; chez L. Mathias. Prix du volume et de l'atlas. . . . . 30 fr.

Théorie des machines à vapeur, suivie d'un appendice, contenant, etc.; par M. le comte F.-M.-G. de Pambour. Deuxième édition. In 4 de 72 feuilles 1/2, plus un atlas in-4 d'une demi-feuille et 24 pl. Imp. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, 55. Prix. . . . . 50 fr.

FRANCE.

NOVEMBRE — DÉCEMBRE 1844.

Note sur la compression des chaussées en empierrements par des cylindres de grand diamètre. In-4 d'une demi-feuille. Imp. de Fournier, à Paris. — A Paris, chez Mathias (Augustin), quai Malaquais, 15.

Description géologique de l'arrondissement de Châtillon (Côte-d'Or), comprenant, etc., etc.; par M. Jules Beaudoin. Première partie. In-8 de 8 feuilles. Imp. de Corniac, à Châtillon-sur-Seine. — A Châtillon, chez Chevalot; chez Tagnot.

Exposé des remarques faites sur la hauteur de l'atmosphère, le magnétisme terrestre et le mouvement annuel de notre globe, plus les détails d'un graphomètre à racine carrée de nombre; par M. F. Vignol. In-8 de 2 feuilles 1/2, plus 4 pl. — Imp. de Barret, à Lyon.

Eléments de physique expérimentale et de météorologie; par M. Pouillet. 4e édition. 2 volumes in-8 ensemble de 101 feuilles, plus 2 tableaux et 32 pl. Imp. de F. Didot, à Paris. — A Paris, chez Béchet jeune, place de l'Ecole-de-Médecine, 1. Prix . . . . 16 fr.

Journal de l'Ecole royale polytechnique, publié par le conseil d'instruction de cet établissement. 29e cahier (second et dernier de tome 17). In-4 de 22 feuilles 1/2, plus une pl. Imp. de Bachelier, à Paris (1841). — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins 55. Prix. . 8 fr.

Moyen d'enflammer la poudre sous l'eau, à toutes les profondeurs, sans feu, par le seul contact de l'eau; préparation des matières nécessaires pour obtenir ce résultat; par G.-S. Serullas. In-8 d'une feuille. Imp. de Delacour, à Vaugirard. — A Paris, chez Leneveu et Riant, rue des Grands-Augustins, 18.

Mémoires sur les poudres de guerre des différents procédés de fabrication, ou Résumés des épreuves comparatives faites sur les poudres à Esquerdes, en 1831 et 1832, et à Metz, en 1836 et 1837; par M. G. Piobert. In-8 de 7 feuilles 1/2. Imp. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, 55.

NOUVEAU TRAITÉ des sciences géologiques; par M. L.-P. Jehan. 2e édition. In-12 de 17 feuilles 3/4. Imp. de F. Didot, à Paris. — A Paris, chez Perisse, rue du Pot-de-Fer, 8.

CONSIDÉRATIONS géologiques sur les ossements fossiles trouvés dans la cendrière de Cormicy (Marne), et sur les animaux antédiluviens; par le docteur Philippe. In-8 de 2 feuilles 1/2. Imp. de Luton, à Reims.

STÉRÉOMÉTRIE, ou décomposition du cube en polyèdres réguliers, irréguliers et corps ronds, formant entre eux plus de 120 polyèdres, appliqués à l'étude de la géométrie, etc.; par M. L. Dupin. In-12 de 2 feuilles 1/2, plus 4 pl. Imp. de Fournier, à Paris. — A Paris, chez Molteni, boulevard Saint-Denis, 15.

VOYAGE de la commission scientifique du Nord, en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg, et aux Féroë, pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette *la Recherche*, commandée par M. Fabvre, lieutenant de vaisseau. Relation du voyage par M. Xavier Marmier. Tome 1er. In-8 de 24 feuilles 1/4, plus une vignette. — *Idem*. Météorologie, par MM. V. Lottin, A. Bravais, C.-B. Lilliehook, P.-A. Siljestrom, Ch. Martins, J. de Laroche Poncié, E. Pottier et L.-L. Lœstadius. Tome 1er. In-8 de 16 feuilles 1/2. Imp. de F. Didot, à — A Paris, chez Arthus-Bertrand.

TRAITÉ des arts céramiques et des poteries, considérés dans leur histoire, leur pratique et leur théorie; par M. Alexandre Brongniart. Deux vol. in-8, ensemble de 73 feuilles 1/2, plus un atlas in-4 oblong de 5 f. 1/2, 3 tableaux et 50 pl. Imp. de Fain et Thunot, à Paris. — A Paris, chez Béchet jeune, place de l'Ecole-de-Médecine, 1; et chez Mathias.

ANGLETERRE.

2e SEMESTRE DE 1844.

JOHNSTON (J.-F.-W.). Lectures on agricultor chemistry and geology. (Lectures sur la chimie et la géologie, appliquées à l'agriculture, avec un appendice contenant des indications sur des expériences en matière d'agriculture pratique.) In-8, 1066 pages. Prix. 2 s.

DUNN (M.). An Historical, geological, and descriptive view of the coal trade of the north of England, comprehending its rise, progress, present state, and future prospects; to which are appended, a concise notice of the peculiarities of certain coal fields in Great-Britain and Ireland, and also a general description of the coal mines of Belgium, drawn up from actual inspection. (Aperçu historique, géologique et descriptif sur le commerce de la houille dans le nord de l'Angleterre, comprenant son origine, ses progrès, son état actuel et son avenir; accompagné d'une courte notice sur les particularités qu'offrent certaines mines de la Grande-Bretagne et de l'Irlande; ainsi que d'une description générale sur les mines de houille de la Belgique. In-8, 258 pages. Prix. . . . . 7 s.

PIDGEON (E.). Fossil remains of the animal kingdom. (Débris fossiles du règne animal.) 2e édition. In-8, 554 pages, 50 gravures. Prix. . . . . 18 s.

SHAW (G.). Manual of electro-metallurgy. (Manuel d'électro-métallurgie.) 2e édition, considérablement augmentée. In-8, 202 pages. Prix. . . . . . 7 s. 6 d.

WEDGWOOD (H.). The Principles of geometrical demonstration, deduced from the original conception of space and form. (Principes de démonstration géométrique, déduits de l'idée originaire de l'espace et de la forme. 48 pages. Prix. . . . . 2 s.

ALGER (F.). An elementary Treatise of mineralogy, comprising an introduction to the science. (Traité élémentaire de minéralogie, précédé d'une introduction à cette science.) 5e édition, comprenant les dernières découvertes faites dans la minéralogie en Amérique et

dans les autres pays, avec de nombreuses additions ajoutées à l'*Introduction*. — Boston, chez Williams Philipps. 812 pages. Prix. . . . . 21 f.

HOOD (C.) Practical Treatise on warming buildings by hot-water, on ventilation and the various methods of distributing artificial heat, and their effects on animal and vegetable physiology; to which are added an inquiry into the laws of radiant and conducted heat, the chemical constitution of coal and the combustion of smoke. (Traité pratique du chauffage des bâtiments par l'eau chaude, de la ventilation et des différents systèmes de distribution de la chaleur artificielle, de leurs rapports avec la physiologie animale et végétale; accompagné de recherches sur les lois de la chaleur rayonnante et latente, sur la composition chimique de la houille et sur la combustion de la fumée.) 2e édition, considérablement augmentée et enrichie de nombreuses gravures sur bois. In-8, 960 pag. Prix. 10 s. 6 d.

BROWN (capt. F.). Illustrations of the recent conchology of Great-Britain and Ireland, with the description and localities of all the species, marine, land, and fresh water. (Explications sur la conchyliologie de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, avec la description et la classification locale des variétés, soit de mer, soit de continent, soit d'eau douce.

WALLACE. Practical mecanics' Guide, or a concise Treatise on the prime movers of machinery, and the weight and strength of materials; with numerous practical rules and tables. (Guide de mécanique pratique, ou Traité abrégé sur les principaux moteurs des machines, le poids et la résistance de matériaux, comprenant de nombreuses règles et formules pratiques. In-32, 124 pages. Prix. . . . . 1 s. 6 d.

ANSTED (D.). Geology: introduction, description and practical. 2 vol. in-8, 1118 pages. Prix. . . . . 42 s.

NICHOL (J.). Guide of the geology of Scotland; containing an account of the character, distribution and more interesting appearances of its rocks and minerals. (Guide de la géologie de l'Ecosse; contenant la description du caractère, de la distribution et des formes les plus intéressantes de ses roches et de ses minéraux. 272 pages, avec des cartes et des planches géologiques. Prix. . . . . 6s.

ALLEMAGNE.

2e SEMESTRE DE 1844.

BERZELIUS. Compte-rendu des progrès de la chimie et de la minéralogie. 23e année. 2e partie. Chimie animale et végétale. Gr. in-8, p. 303-690. Tubingen, librairie de Laupp. Prix. . . . . 7 fr. 82 c.

— Traité de chimie. 5e édition, vol. 2, livraisons 2 et 3. Gr. in-8, p. 195-576. Dresde, chez Arnold. Prix. 7 fr. 50 c.

BURMEISTER, HERMANN. Recherches sur l'organisation des trilobites, et Monographie de cette famille. 147 pages de texte. Gr. in-4, avec 6 pl. gravées sur cuivre. Berlin, chez Reimer. Prix. . . . . 19 fr. 25 c.

SCHUMACHER. Observations sur la cristallisation de la glace. 157 pages de texte gr. in-8, avec 5 pl. gravées sur cuivre. Leipzig, chez Mayer et Wigand. Prix. 7 fr. 50 c.

DE CARNALL. Carte géologique de la Haute-Silésie. 2 feuilles. Berlin, chez Schropp et compagnie. Prix. . . . 5 fr.

HENDSCHEL. Supplément à l'Atlas des chemins de fer du même auteur. Francfort-sur-le-Mein, chez Jügel.

KURTZ. Statistique des chemins de fer existants, en exécution ou projetés, ainsi que des lignes de bateaux à vapeur de l'Europe centrale. 56 pages de texte in-8, avec un tableau in-4 et une grande carte. Berlin, chez Heymann. Prix. . . . . 4 fr. 22 c.

SMID, CARL. Description des roches utiles; leurs propriétés physiques et chimiques, leurs principales relations géologiques, leurs gisements les plus abondants, et leur emploi dans les constructions, etc. 84 pages gr. in-8. Munich, chez Palm. Prix. . . . . 1 fr. 83 c.

SCHUBERT, JOH., ANDR. Eléments de l'étude des machines. 2e partie : de l'élaboration des corps solides, outils et machines-outils. 368 pages in-8 et 35 pl. lith. in-folio. Dresde, chez Arnold. Prix. . . . . 37 fr. 50 c.

WESTPHALEN (comte Jos. de). Sur les Plans inclinés des chemins de fer desservis par des machines fixes. 14 feuilles 1/2 in-4, avec 4 pl. lith. en 1/2 et en feuille. Dresde, 1843; chez Arnold. Prix. . . . . . 5 fr.

— Plans inclinés des chemins de fer dans les pays de montagnes; emploi combiné des machines à vapeur fixes et de turbines pour l'élévation des convois, etc.; comparaison de ce système avec le système atmosphérique. 15 feuilles 1/2, gr. in-4, avec 7 pl. lith. Dresde, chez Arnold. Prix. . . . . 6 fr. 88 c.

PHILIPPI. Description de coquilles nouvelles ou peu connues. 1 vol., 4e livr. 3 feuilles 1/2 de texte gr. in-4 et 6 p. Cassel, chez Fischer. Gravures noires 3 fr. 75 c.
— coloriées 7 fr. 50 c.

BERZÉLIUS (J.-Jac.). Traité des essais au chalumeau. 4e édition. 284 pages et 4 pl. gravées sur cuivre. Nuremberg, chez Schrag. Prix. . . . . . . 6 fr. 56 c.

REUSS. Esquisses géologiques de la Bohême. 2e vol. Formation crétacée de l'ouest de la Bohême; essai monographique sur les lignites en deçà de l'Elbe, et les poissons fossiles de la Bohême. 304 pages gr. in-8 et 3 pl. lith. gr. in-4. Prague, chez Medau. Prix. 11 fr. 25 c.

DER DAMPFER, Journal des chemins de fer et des bateaux à vapeur; rédacteur DETHIER. Paraît 3 fois par semaine. Berlin, chez Eyssenhardt. Pour 6 mois. . 9 fr. 68 c.

Encyclopédie générale des machines, de Jul. Amb. HULSSE. 7 et 8 livr. du vol. 2, avec atlas relié. Prix. 9 fr. 60 c.

REITENBACHER. Théorie et construction des turbines et des ventilateurs. 216 pages gr. in-8, avec 6 pl. in-4 et 11 pl. in-folio. Manheim, chez Basserman. Prix. 26 fr. 25 c.

PHILIPPI. Description de coquilles nouvelles ou peu connues. 1er vol., 5e livr. 3 feuilles 1/2 de texte gr. in-4 et 6 pl. Cassel, chez Fischer. Gravures noires. . 3 fr. 75 c.
— coloriées. 7 fr. 50 c.

ABICH. Constitution géologique de la haute Arménie. 67 pages gr. in-4, avec une carte géologique. Dorpat. Prix. . . . . 3 fr. 75 c.

Mémoire sur la Paléontologie du Wurtemberg, renfermant les fossiles turbinés du trias, et des remarques sur les labyrinthodontes du keuper; de Herm. de MEYER et Théod. PLIENINGER. 17 pages gr. in-4, avec 12 pl. Stuttgard, chez Schweizerbart. Prix. 18 fr. 75 c.

Traité de conchyliologie de MARTINI et CHEMNITZ, revu et complété par KUSTER. 46e livr. 2 feuilles 1/2 de texte gr. in-4, et 7 pl. Nuremberg, chez Bauer et Raspe. Prix. . . . . 7 fr. 50 c.

GERMAR (Ern. Fried.). Description des fossiles de la formation houillère de Wettin et Löbejün, cercle de Saal. 1re livr. 4 feuilles de texte in-folio et 5 pl. Halle, chez Schwetschke et fils. Prix. . . . . . 7 fr. 50 c.

LEONHARD. Traité de géologie., 29e livr. 5e vol., pag. 513-608, in-8, avec 2 pl. gravées sur acier. Stuttgard, chez Schweizerbart. Prix. . . . . 1 fr. 88 c.

LIEBIG (Justus). Rapports de la chimie et de la physiologie animales. 54 pages gr. in-8. Heidelberg, chez Winter. Prix. . . . . 1 fr. 25 c.

SCHRODER. Du point d'ébullition des combinaisons chimiques, considéré comme l'élément le plus essentiel pour déterminer leur composition; avec remarques sur la théorie des volumes atomiques des liquides. 1re partie. Hydrocarbures et oxydes d'hydrocarbures. 138 pages gr. in-4. Manheim, chez Bassermann. Prix. 3 fr. 75 c.

RUSSEGER (Jos.). Voyage en Europe, Asie et Afrique, de 1835 à 1841. 8e livr. (2e vol., 2e part., pages 1 à 192), in-8. Stuttgard, chez Schweizerbart. Prix. 4 fr. 48 c.

BECKER (Friedr.). Chemin de fer atmosphérique. 46 pages grand in-8. Francfort-sur-le-Mein, chez Hermann. Prix. 1 fr. 88 c.

Journal de l'Ingénieur : chemins de fer, ponts-et-chaussées, construction de machines. Paraît tous les 15 jours par livr. de 1 1/2 à 2 feuilles in-4; juillet à décembre 1844. Stuttgard. Prix. . . . . 11 fr. 25 c.

Journal des chemins de fer, bateaux à vapeur, etc.; par Carl HARTMANN. 2e livr. gr. in-4, avec 2 pl lith. Weimar, chez Voigt. Prix. . . . . 1 fr. 41 c.

Traité de conchyliologie de MARTINI et CHEMNITZ, revu et complété par KUSTER. 47e livr. gr. in-4 (5 feuilles 1/2 de texte et 6 pl. color.). Nuremberg, chez Bauer et Raspe. Prix. . . . . 7 fr. 50 c.

EHRENBERG. Infusoires de la mer Egée, de l'Euphrate et des îles Bermudes. 13 genres nouveaux et 69 espèces nouvelles. 28 pages in-8, avec une pl. lith. Berlin. Prix. 1 fr. 50 c.

— Des Infusoires des roches de l'Amérique du Nord, comparés à ceux des terrains crétacés de l'Europe et de l'Afrique. 12 genres et 140 espèces nouvelles. 42 p. gr. in-8. Berlin. Prix. . . . . 1 fr. 50 c.

— Infusoires de l'Océan Atlantique, au pôle sud et dans les profondeurs de la mer. 7 genres et 71 espèces nouvelles. 29 pages gr. in-8. Berlin. Prix. . . 1 fr. 50 c.

Elsner. Guide de l'analyse chimique des substances organiques. 1re partie. 216 pages in-8, avec 1 planche gravée sur cuivre. Berlin, 1845; chez Amelang. Prix. . . . . 7 fr. 50 c.

De Klipstein. Mémoire sur la constitution géologique des Alpes orientales. 2e livr., pages 145-239 in-4, avec 7 pl. lith. Giessen, chez Heyer. Prix. . . . . 15 fr.

Liebig (Justus). Lettres sur la chimie. 340 pages gr. in-12. Heidelberg, chez Winter. Prix, relié. . . 5 fr. 68 c.

Description des fossiles d'Allemagne; par MM. le comte de Munster et Goldfuss. Dernière livraison, 24 feuilles de texte et 5 pl. lith. Gr. in-folio. Dusseldorf, chez Arnz et compagnie. Prix. . . . . 7 fr. 50 c

Roemer (Carl Ferd.). Description géologique et paléontologique des montagnes de transition des bords du Rhin. 13 *feuilles* gr. in-4, et 6 pl. lith. Hanovre, chez Hahn. Prix. . . . . 10 fr.

Schmidt (A. R.). Description géologique du Voralberg. 158 pages gr. in-8, avec une carte géologique en 2 feuilles. Inspruck, 1843; chez Wagner. Prix. . . 18 fr. 18 c.

Beyse. Construction des chemins de fer. 3e partie en 3 livraisons, 105 feuilles de texte gr. in-4, et 65 pl. lith. in 1/2 fol. Carlsruhe, chez Macklot. Prix. 39 fr. 38 c.

Demme. Le Constructeur des machines. 17e livr. 307 pages in-8, avec 35 pl. lith. Quedlinbourg, chez Basse. Prix. . . . . 10 fr.

Hartmann (Carl). Emploi des gaz des hauts-fourneaux dans la métallurgie du fer, conversion des combustibles solides en gaz combustibles. 1re livr., gr. in-8 de 167 pages et 5 pl. lith. Quedlinbourg, chez Basse. Prix. 5 fr.

Berzélius (J. J.). Traité de chimie. 5e édition, 2e vol., gr. in-8, 4e liv., pages 517-801. Dresde, chez Arnold. Prix. . . . . 4 fr. 37 c.

Fuschs. Sur les théories de la terre, l'amorphisme des corps solides et l'influence actuelle de la chimie et de la minéralogie. 88 pages gr. in-8. Munich, chez Fleischmann. Prix (relié). . . . . 1 fr. 41 c.

SCHÖNBEIN. Sur la préparation de l'Ozon. 159 pages gr. in-8. Bâle, chez Schweighauser. Prix. . 3 fr. 75 c.

MALINOWSKI et DETHIER. Chemins de fer pour le transport de la houille dans les districts houillers de la Ruhr et de la Sarre. 14 pages de texte gr. in-8 et une carte. Berlin, chez Eyssenhardt. Prix. . . . . . 1 fr. 25 c.

NEUSSE. Plans et profils des chemins de fer d'Allemagne et des pays contigus. Cassel, chez Fischer. Prix. 94 c.

ITALIE.

2e SEMESTRE DE 1844.

ANALISI qualitativa e quantitativa della miniera di rame di Montevaso in Toscana; del professore Andrea Cozzi. —Firenze, per V. Bugatelli e figli. 1838. In-8 di pag. 8.

LETTERE chimiche. — Torino, stamperia reale, 1844. In-18 di pag. XII-288. . . . . 2 50

RICERCHE geologiche e mineralogiche sopra Montieri e sue adiacenze, del dott. Andrea Cozzi. — Firenze, tipogr. di Felice Lemonnier, 1842. In-8 di pag. 12.

MEMORIE della real Accademia delle scienze di Torino. Serie seconda. — Torino, della stamperia reale. Tomo IV. In-4 di pag. LXXXIV-396-264, 7 tavol. e tabella a stampa. Tomo V di pag. LXXII-224, e 26 tavole.

ANALYSE

Des gaz d'un haut-fourneau de Norwége, par MM. Scheerer et Langberg.

(Annales de Poggendorff, t. LX, p. 489.)

Extrait par M. A. DELESSE, Aspirant-ingénieur des mines.

Les recherches sur la composition des gaz ont été entreprises sur le haut-fourneau de Barum, près de Christiania. L'air était lancé dans son intérieur par une tuyère ayant 2 3/4 pouces de diamètre; il avait une température de 200 à 250 centig., et il était chauffé par un appareil dit de Wasseralfingen; sa pression moyenne était de 14 lignes de mercure.

Le minerai employé est un mélange de fer oligiste et d'oxyde magnétique, ayant une richesse moyenne de 40 à 42 p. 0/0; comme l'un des minerais est calcaire et l'autre siliceux, on conçoit qu'il est facile de les mélanger en proportion telle que la fusion ait lieu : le combustible est le charbon de sapin, il est de bonne qualité.

On produit par semaine 140 schiffpfund (1) de fonte grise.

Pour prendre les gaz, on s'est servi de l'appareil de Bunsen; seulement on a remplacé le tuyau de plomb qui joint le tube de fer à l'appareil à chlorure de calcium par un tuyau d'étain; la

---

(1) Le schiffpfund de Norwége vaut 320 livres, ou à peu près 150 kil.

pompe aspirante pour attirer les gaz était inutile: cependant on l'employait pour les parties supérieures, afin d'être bien sûr que tout l'air avait été chassé de l'appareil; le gaz recueilli dans des flacons fut ensuite analysé par les procédés eudiométriques à Christiania.

Nous avons pris quelques précautions que nous croyons devoir signaler : 1° Après avoir introduit l'oxygène et avoir brûlé les gaz combustibles au moyen de l'étincelle électrique, nous avons attendu pendant plus d'un jour pour être bien certains que le gaz dans l'intérieur de l'eudiomètre avait repris la température de l'air extérieur, et que toute l'eau produite avait été absorbée par un morceau de chlorure de calcium; nous avions soin aussi de nous assurer que ce chlorure de calcium n'exerçait pas de réaction alcaline; 2° l'absorption de l'oxygène mis en excès se faisait par le phosphore de la manière suivante : le phosphore fondu à l'extrémité d'un fil était introduit jusqu'à la partie supérieure de l'eudiomètre, afin que l'acide phosphorique produit ne pût pas le recouvrir d'une couche qui aurait empêché son action ultérieure; malgré cette précaution, il est nécessaire cependant de sortir le phosphore une ou deux fois de l'eudiomètre et de renouveler la surface absorbante en le décapant sous l'eau; ainsi que M. Heine l'a fait remarquer (Bergwerks Freund, vol. V, p. 231), c'est seulement ainsi qu'on peut être assuré que l'oxygène est complétement absorbé; 3° on admet généralement que la force élastique de l'acide phosphorique restant avec l'azote est un quarantième du volume réuni de l'azote et de l'acide phosphorique; cependant en absorbant l'acide par de la potasse, nous avons

reconnu que cette correction est presque toujours trop forte.

En opérant avec toutes les précautions que nous venons d'indiquer, et en suivant la marche ordinaire pour les analyses du gaz par l'eudiomètre, nous avons obtenu les résultats qui suivent :

(1) A 23 pieds au-dessus de la tuyère.

	a.	b.
Azote.	64,59	64,27
Acide carbonique. . .	22,35	22,05
Oxyde de carbone. .	7,49	8,59
Hydrogène carboné. .	4,34	3,39
Hydrogène.	1,23	1,70
	100,00	100,00

(2) A 20,5 pieds au-dessus de la tuyère.

Azote.	62,65
Acide carbonique.	18,21
Oxyde de carbone.	15,33
Hydrogène carboné.	1,28
Hydrogène.	2,53
	100,00

(3) A 18 pieds au-dessus de la tuyère.

	a.	b.
Azote.	62,97	63,44
Acide carbonique. . .	12,73	12,17
Oxyde de carbone. .	17,97	19,17
Hydrogène carboné. .	0,87	1,67
Hydrogène.	5,46	3,55
	100,00	100,00

(4) A 15 1/2 pieds au-dessus de la tuyère.

	a.	b.
Azote.	64,36	64,20
Acide carbonique. . .	4,54	3,99
Oxyde de carbone. . .	28,84	29,50
Hydrogène carboné. .	1,62	0,85
Hydrogène.	0,64	1,46
	100,00	100,00

(5) A 13 pieds au-dessus de la tuyère.

	a.	*b.*
Azote.	66,21	66,04
Acide carbonique. . .	8,50	8,49
Oxyde de carbone. . .	19,60	20,96
Hydrogène carboné. .	0,47	1,90
Hydrogène.	5,22	2,61
	100,00	100,00

(6) A 10 pieds au-dessus de la tuyère.

Azote.	64,97
Acide carbonique.	5,69
Oxyde de carbone.	26,38
Hydrogène carboné.	0,00
Hydrogène.	2,96
	100,00

En prenant la moyenne des analyses qui ont été exécutées deux fois, en faisant la somme des gaz combustibles et en calculant la quantité d'oxygène nécessaire pour les brûler, on aura :

DISTANCE de la prise de gaz au-dessus de la tuyère.	23'	20' ½	18'	15' ½	13'	10'
Azote.	64,43	62,65	63,20	64,28	66,12	64,97
Acide carbonique. .	22,20	18,21	12,45	4,27	8,50	5,69
Oxyde de carbone .	8,04	15,33	18,57	29,17	20,28	26,38
Hydrogène carboné.	3,57	1,28	1,27	1,23	1,18	0,00
Hydrogène.	1,46	2,53	4,51	1,05	3,92	2,96
Gaz combustible. . .	13,37	19,14	24,35	31,46	25,38	29,34
Oxygène nécessaire à la combustion. .	12,48	11,68	14,09	17,58	14,47	14,50

Discutons maintenant les résultats que présentent les tableaux qui précèdent.

1. On peut remarquer qu'il existe des différences notables dans la composition des gaz qui sont pris à une même hauteur au-dessus de la tuyère ; il est assez difficile de décider si ces différences tiennent au procédé employé pour l'analyse ou bien aux variations de composition qui peuvent avoir lieu dans l'intérieur même du haut-fourneau. Quoi qu'il en soit, la composition du gaz présente d'autant plus d'incertitude que la prise a été plus rapprochée de la tuyère.

2. Dans toutes nos analyses, excepté dans la dernière, nous avons trouvé une certaine quantité d'hydrogène carboné qui peut même s'élever jusqu'à 4 p. 0/0, comme cela a lieu pour la première : MM. Bunsen et Heine ont obtenu des résultats semblables. M. Ebelmen, au contraire, dans les analyses de gaz qu'il a faites au haut-fourneau de Clerval, n'en a pas trouvé, et il conclut même de ses analyses qu'il ne doit pas y en avoir. Il est bien certain que la détermination des gaz combustibles par les procédés eudiométriques est beaucoup plus incertaine que celle de l'azote et de l'acide carbonique; c'est ce qui résulte de l'inspection seule des formules à l'aide desquelles on calcule les quantités d'oxyde de carbone, d'hydrogène carboné et d'hydrogène; car, tandis que pour avoir l'azote, il suffit d'une observation composée d'une lecture au baromètre, au thermomètre et à l'eudiomètre; il faut deux observations pareilles pour l'acide carbonique, il en faut six pour la détermination de l'oxyde de carbone, et six également pour l'hydrogène et l'hydrogène carboné. Mais, malgré cela, il nous semble difficile d'admettre que

MM. Bunsen et Heine, aussi bien que nous, aient fait des erreurs dans le même sens dans la détermination de l'hydrogène carboné; on ne comprend pas, en admettant une erreur, pourquoi elle aurait toujours été en plus et jamais en moins, ce qui aurait donné un résultat absurde; d'ailleurs notre dernière analyse, aussi bien que plusieurs de celles de M. Heine, montre que quand il n'y a pas d'hydrogène carboné le procédé suivi n'en donne pas.

Il faut observer encore que M. Bunsen a démontré que le charbon, quelque bien fait qu'il soit, donne toujours par une forte calcination de petites quantités d'hydrogène carboné; or, comme le charbon n'est jamais carbonisé que d'une manière incomplète dans certaines parties de la meule, on ne comprend pas pourquoi il n'y aurait pas un peu d'hydrogène carboné au haut-fourneau de Clerval, au moins dans les parties voisines du gueulard.

Nous sommes bien loin de mettre en doute l'exactitude des résultats obtenus par M. Ebelmen, et nous sommes même convaincus qu'il n'y avait pas d'hydrogène carboné dans les gaz qu'il a analysés, puisqu'il n'en a pas trouvé, mais alors on peut se demander si la couche d'huile qui était employée dans l'appareil duquel M. Ebelmen se servait pour la prise de gaz, n'aurait pas absorbé l'hydrogène carboné? C'est ce qui nous semble très-probable. M. Ebelmen dit bien en effet qu'ayant analysé le gaz quelques instants après sa prise et au bout d'un temps plus long, il a obtenu le même résultat et qu'il n'a pas trouvé d'hydrogène carboné; mais il nous semble que cette expérience préliminaire qu'il a faite prouve seulement que l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'azote et l'hydrogène n'ont pas été absorbés par l'huile; et il pourrait

arriver que l'hydrogène carboné eût été absorbé immédiatement. Pour éclaircir ce point, comme il est très-difficile de se procurer de l'hydrogène carboné pur, nous avons fait passer de la vapeur d'alcool à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge et nous avons obtenu un mélange de gaz contenant de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène, de l'hydrogène carboné et peut-être aussi un peu d'acide carbonique : après en avoir desséché une certaine quantité par le chlorure de calcium, nous l'avons introduite dans un eudiomètre rempli d'huile : nous avons remarqué qu'en agitant la couche d'huile supérieure, le volume du gaz diminuait d'une manière visible au bout de quelques minutes; et en laissant l'appareil en repos pendant 24 heures, les 48,5 centimètres cubes du mélange gazeux se trouvèrent réduits à 42,5 ; il y avait donc eu une absorption de 6 centimètres. Le même phénomène d'absorption s'observe du reste avec l'huile ordinaire ou avec l'huile d'olive pure : d'après ce qui précède, il nous semble *très-probable* que si M. Ébelmen n'a pas obtenu d'hydrogène carboné, cela tient à la couche d'huile qu'il employait pour sa prise de gaz.

3. Si on admet que les quantités de chaleur dégagées par la combustion des divers mélanges analysés, sont proportionnelles aux quantités d'oxygène nécessaires pour produire cette combustion, on voit que c'est à peu près à 15 $\frac{1}{2}$ pieds au-dessus de la tuyère que se trouvent les gaz qui produiraient le plus grand développement de chaleur. Par conséquent, c'est à peu près aux 3/5 de la hauteur totale du fourneau de Barum et à partir de la pierre de fond que devrait être établie la prise de gaz, si on voulait retirer *le plus grand*

effet possible de leur combustion et employer la chaleur dégagée à puddler la fonte. Il serait au contraire impossible de se servir pour cet usage des gaz qui seraient pris près du gueulard.

Nous ne prétendons pas que la position de la prise de gaz qui donne le maximum de chaleur par la combustion soit invariable pour tous les hauts-fourneaux; cependant pour les hauts-fourneaux de Norwége, elle serait en général peu différente de celle du haut-fourneau de Barum.

4. L'oxygène qui se trouve dans les gaz pris au haut-fourneau ne peut provenir que de trois sources : 1° de l'air atmosphérique lancé par la tuyère; 2° des minerais; 3° de l'acide carbonique qui se dégage de la castine. Mais on peut admettre que dans les parties inférieures du haut-fourneau, les deux dernières sources d'oxygène n'existent plus, car alors les minerais sont réduits et le carbonate de chaux est décomposé; par conséquent les quantités d'azote et d'oxygène doivent être entre elles à peu près dans les mêmes proportions que dans l'atmosphère, c'est-à-dire dans le rapport de 79 à 21 : à mesure qu'on se rapproche du gueulard, au contraire, la quantité d'oxygène doit aller en augmentant. Si nous obtenons ces résultats, ils seront une preuve de l'exactitude de nos analyses; or, on trouve pour le fourneau de Barum :

	Azote.	Oxygène (1).
A 23′ 1/2 au-dessus de la tuyère,	79	21,28
20′ 1/2 —	79	21,03
18′ —	79	24,35
15′ 1/2 —	79	22,34
13′ —	79	19,93
10′ —	79	21,16

(1) Pour calculer ces nombres qui donnent l'oxygène,

Les analyses de M. Ebelmen donnent également :

		Azote.	Oxygène.
A 25' 1/2	au-dessus de la tuyère,	79	29,69
21' 1/4	—	79	26,18
17'	—	79	30,38
12' 3/4	—	79	28,11
8' 1/2	—	79	22,52
7' 1/2	—	79	20,72

Enfin, on a d'après les analyses de M. Bunsen :

		Azote.	Oxygène.
A 17' 3/4	au-dessus de la tuyère,	79	27,17
16' 1/4	—	79	30,41
14' 3/4	—	79	19,73
13' 1/4	—	79	24,14
11' 3/4	—	79	26,11
8' 3/4	—	79	27,87
5' 3/4	—	79	26,52

On voit que les résultats que nous avons obtenus s'accordent parfaitement avec ceux de M. Ebelmen et qu'au contraire ils diffèrent de ceux de M. Bunsen : il nous semble du reste que le rapport de l'azote et de l'oxygène que M. Bunsen trouve de 79 : 24,14 à 13 $\frac{1}{4}$ de hauteur au-dessus de la tuyère, ne peut pas diminuer et devenir ensuite 79 : 19,73 à 14 $\frac{3}{4}$ pour passer encore à 79 : 30,41 à la hauteur de 16 $\frac{1}{4}$; ce résultat paraît être paradoxal, et, dans le Bergwerksfreund, M. Heine l'a déjà attribué à des erreurs de calcul.

L'observation faite par M. Ebelmen qu'à 1 $\frac{1}{2}$ au-dessus de la tuyère, le rapport entre l'azote et

---

il faut observer que l'hydrogène provient de la décomposition de l'eau par les charbons rouges; par conséquent, pour chaque volume d'hydrogène, il faut retrancher un demi-volume d'oxygène de la quantité totale d'oxygène qui se trouve dans le gaz considéré.

l'oxygène est de 79 : 28,42, tandis qu'il s'élève à 79 : 41,79 près de la tympe, nous semble très-remarquable et mériter toute attention.

Nous pensons que le résultat observé par M. Ebelmen pour le fourneau de Clerval, où il a trouvé que l'acide carbonique disparaissait à une faible distance de la tuyère, n'est pas général et qu'il tient à la faible pression du vent lancé dans le fourneau. Ainsi, à Clerval, pour une tuyère de $0^m,065$ de diamètre, le vent étant chauffé à 175°, la pression sur la base était de $0^m,0165$ de mercure seulement. Cette pression est très-faible ; elle est plus petite que celle qu'on a dans la plupart des fourneaux au charbon de bois, et en tout cas, elle est très-inférieure à celle des hauts-fourneaux au coke. Dans le fourneau de Barum, la vitesse du vent étant plus grande près de la tuyère que dans le fourneau de Clerval, la combustion a dû être plus vive et donner lieu à un plus grand développement d'acide carbonique qui a dû persister en partie sur toute la hauteur du fourneau. Le fourneau de Barum reçoit environ une fois et demie plus de vent que celui de Clerval, et comme les consommations de charbon sont à peu près les mêmes pour les deux hauts-fourneaux, il s'ensuit que les quantités d'oxygène employées pour brûler la même quantité de charbon sont entre elles :: $1\frac{1}{2}$: 1 et qu'ainsi il a dû se *produire* plus d'acide carbonique dans un cas que dans l'autre.

Nota. Les résultats des recherches de MM. Scheerer et Langberg diffèrent des miens par deux points principaux qui se rapportent à la présence de l'hydrogène proto-carboné ou gaz des marais dans le gaz du haut-fourneau, et à la proportion d'acide carbonique qui se trouve dans le courant gazeux à la partie inférieure de l'appareil.

Les analyses qui précèdent ne me paraissent pas avoir clai-

rement démontré qu'il existait du gaz des marais dans le gaz du fourneau de Barum. La méthode eudiométrique, bien qu'elle ait été considérablement perfectionnée par un chimiste justement célèbre, M. Bunsen, ne me paraît pas susceptible de donner des résultats d'une grande précision toutes les fois qu'il s'agit d'analyses aussi complexes que celles des gaz des hauts-fourneaux. La moindre erreur dans l'évaluation de la température ou du volume des gaz, les plus légères traces de gaz étrangers dans l'oxygène qu'on emploie pour la combustion, l'erreur que l'on commet nécessairement en admettant que la tension de vapeur de l'acide phosphoreux augmente de 1|40e le volume des gaz restants, suffisent pour apporter de grandes perturbations dans les proportions respectives des trois gaz combustibles, hydrogène, gaz des marais et oxyde de carbone, que l'on déduit du calcul. Aussi trouve-t-on des variations considérables dans la proportion du même élément gazeux déterminé dans deux analyses consécutives du même gaz. Ainsi, dans les analyses *a*, *b*, faites sur les gaz pris à 18 pieds au-dessus de la tuyère, une première expérience donne 0,87 d'hydrogène carboné et 5,46 d'hydrogène; et la deuxième, 1,67 d'hydrogène carboné et 3,55 d'hydrogène. A 13 pieds au-dessus de la tuyère, deux expériences faites sur le même gaz donnent, l'une 0,47 d'hydrogène carboné et 5,22 d'hydrogène; l'autre 1,90 d'hydrogène carboné et 2,61 d'hydrogène. Il me paraît évident que ces divergences tiennent à la méthode analytique. La manière dont varie l'hydrogène à mesure qu'on s'enfonce dans le fourneau, de 23 à 10 pieds au-dessus de la tuyère, vient également à l'appui de ce qui précède. Il est impossible de concevoir, si l'on ne tient pas compte de l'incertitude de la méthode analytique, les oscillations répétées et en sens inverse que présente la proportion d'hydrogène dans les différents points de la colonne de 13 pieds de hauteur, sur laquelle ont porté les expériences.

MM. Scheerer et Langberg cherchent à expliquer l'absence de l'hydrogène carboné dans les gaz du fourneau de Clerval en admettant que l'huile contenue dans l'aspirateur aurait pu l'absorber. En lisant mon Mémoire, on verra que toutes les analyses faites sur des gaz pris dans la cuve et aux étalages du fourneau de Clerval ont été faites en aspirant directement les gaz dans le gazomètre à mercure, sans l'intermédiaire de l'aspirateur à couche d'huile. Aucune de ces analyses ne m'a fourni d'hydrogène carboné. La perte en poids du tube à combustion s'est toujours rapportée exactement à un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone dans le gaz.

Les résultats des analyses faites sur le haut-fourneau de Barum conduisent MM. Scheerer et Langberg à penser qu'il existe généralement une certaine proportion d'acide carboni-

diverses parties, que j'ai remarqué des discordances dans la disposition des couches; j'ai été ainsi amené à penser que ce terrain doit être composé de deux étages séparés l'un de l'autre par un système de dislocation.

Plusieurs circonstances rendent cette étude très-difficile dans les Pyrénées; les roches sont extrêmement contournées, et leur disposition primitive a été très-dérangée par la superposition de plusieurs systèmes de soulèvement, qui ont modifié à différentes époques la situation relative et le relief des terrains stratifiés. Ces phénomènes de dislocations ont produit de nombreuses et larges ruptures, et ont fait subir aux couches des mouvements tels qu'il est aujourd'hui très-difficile de les raccorder. Ainsi, quand on parcourt une vallée transversale à l'axe de la chaîne, coupant la direction des roches stratifiées dans un sens presque perpendiculaire, on observe que les couches situées sur les deux flancs de la vallée se correspondent rarement les unes aux autres, et l'on voit que non-seulement elles ont été fracturées, mais encore qu'elles ont été soumises à des forces de torsion qui les ont déplacées en leur imprimant divers contournements.

D'ailleurs le terrain de transition des Pyrénées renferme dans ses différentes parties des roches de même nature, et bien qu'elles soient distribuées très-inégalement, on est porté en général à n'y voir qu'un seul système; mais cette uniformité dans la nature et dans les caractères généraux des roches se remarque aussi dans la plupart des terrains de transition des autres contrées, et l'on n'a pu parvenir à y établir des divisions que par une étude minutieuse des débris organiques et de la

stratification. Malheureusement les gîtes de fossiles discernables paraissent être peu abondants et peu riches en espèces dans les Pyrénées; aussi les ressources fournies par les seuls caractères zoologiques pourraient difficilement conduire à des conclusions bien positives.

Les motifs sur lesquels je m'appuie pour proposer la division de ce terrain en deux groupes, sont déduits d'observations relatives à la stratification. Avant d'avoir étudié dans d'autres pays des terrains semblables, je ne pouvais apprécier quel degré d'importance on peut attacher à l'étude des directions des roches stratifiées; mais depuis mon séjour en Bretagne, ayant reconnu avec quelle constance se reproduisent les directions propres à chacun des deux systèmes du terrain de transition, et de quelle utilité peut être l'observation des directions pour classer ces terrains lorsque l'on est privé des caractères de la zoologie, je me suis confirmé dans l'opinion que le terrain de transition des Pyrénées peut être partagé en deux systèmes, qui paraissent correspondre à ceux que M. Murchison a établis en Angleterre et M. Dufrénoy dans la Normandie et la Bretagne.

D'ailleurs la répartition relative des diverses roches qui constituent le terrain intermédiaire des Pyrénées et quelques données fournies par la présence de débris organiques viennent se joindre aux considérations déduites de la stratification, et conduisent aux mêmes conséquences.

La formation de transition pyrénéenne se compose des mêmes roches que celles de la Bretagne, des Ardennes, de la Belgique et de l'Angleterre, etc. Tous les terrains qui appartiennent à cette période ancienne présentent en effet une

grande similitude dans la nature des roches; on y observe des couches de schiste argileux et de grauvacke passant fréquemment les unes aux autres, de schiste siliceux, de grès quartzeux et de calcaire; il n'y a de différence entre les terrains intermédiaires des diverses contrées que par l'abondance et la répartition relative de ces différentes roches.

Parallèle entre les terrains de transition des Pyrénées et de la Bretagne.

Si, par exemple, nous établissons un parallèle entre les terrains de transition de la Bretagne et des Pyrénées, nous voyons que les roches arénacées sont beaucoup plus abondantes en Bretagne; que le grès quartzeux y forme des assises plus nombreuses et plus puissantes, et qu'il recouvre des étendues de terrain bien plus considérables. Dans l'ouest de la France et dans les Pyrénées, le schiste argileux est généralement accompagné de grauvacke à grains fins et schisteuse, qui alterne et se mélange fréquemment avec lui; mais cette grauvacke est en général beaucoup plus abondante en Bretagne; il est rare d'y trouver des assises schisteuses qui n'en renferment pas, et fort souvent elle est aussi développée que le schiste argileux, tandis que dans les Pyrénées on peut observer des séries de roches schisteuses de plusieurs kilomètres d'épaisseur, sans y trouver de la grauvacke autrement qu'en bancs très-minces, et ne formant qu'une roche accessoire et pour ainsi dire accidentelle. Au contraire, la roche calcaire est incomparablement plus répandue dans le terrain de transition pyrénéen que dans celui de la Bretagne; je ne pense même pas qu'il y ait en Europe de terrain de cet âge où le calcaire soit plus développé.

L'association habituelle du calcaire et des ro-

ches schisteuses est un des caractères distinctifs des formations anciennes dans les Pyrénées; ailleurs le calcaire ne forme ordinairement qûe des accidents, des lentilles ou amandes intercalées, qui ne se prolongent pas sur de très-grandes étendues, tandis que dans les Pyrénées le calcaire forme des couches aussi régulières et aussi continues que les roches schisteuses.

Roches du terrain de transition pyrénéen.

Je ne donnerai pas de détails très-étendus sur la description des roches du terrain de transition pyrénéen, M. de Charpentier ayant traité ce sujet avec beaucoup de développement dans son ouvrage sur la constitution de ces montagnes (1); je me bornerai à constater les caractères principaux de ces roches, ceux qui sont particuliers aux Pyrénées et qui peuvent servir à les différencier.

Du schiste argileux.

Le schiste argileux est ordinairement d'un gris foncé, tirant sur le verdâtre ou noirâtre; il n'offre pas la teinte bleue aussi fréquemment que les schistes de la Bretagne; il se divise par plaques ou par feuillets, et quelquefois en fragments pseudo-rhomboïdaux. Comme nous le verrons, il est très-souvent modifié, et devient alors feuilleté ou bien fibreux, satiné, luisant et enfin micacé.

Du schiste ardoisier.

Le schiste argileux présente quelquefois les caractères du schiste ardoisier, et il est même souvent exploité pour ardoises, mais ce schiste, au lieu d'être bleu, offre ordinairement une teinte d'un gris verdâtre ou gris noirâtre, et l'on ne trouve pas dans les Pyrénées des qualités d'ardoises aussi estimées que dans l'ouest de la France, ni des exploitations aussi nombreuses et aussi importantes. Dans la presqu'île de Bretagne,

---

(1) Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées.

le schiste ardoisier forme des bandes régulières et presque continues qui se prolongent sur des étendues de 20 à 30 lieues. Cette disposition remarquable n'a pas lieu, ou du moins elle est peu prononcée dans les Pyrénées. Les exploitations d'ardoise sont, en général, placées dans l'étage supérieur du terrain de transition, et se trouvent disséminées dans quelques vallées, telles que celles de Castillon, d'Ossau, de Louron, etc. Toutefois ce caractère de fissilité, qui appartient à l'ardoise, est beaucoup moins développé dans les Pyrénées que dans l'ouest de la France et dans les Ardennes.

De la grauwacke. La grauwacke qui accompagne le schiste argileux est ordinairement à petits grains et formée d'éléments presque indiscernables, qui cependant paraissent être des détritus feldspathiques décomposés, mélangés d'éléments quartzeux, et disséminés au milieu d'une pâte d'argile schisteuse; on y voit ordinairement quelques paillettes de mica gris blanc, et très-souvent cette roche possède une structure schisteuse qui est favorisée par la présence du mica. Quelquefois cette grauwacke est mélangée de parties anthraciteuses, et l'on y trouve même des empreintes végétales.

On rencontre en outre dans les Pyrénées, mais plus rarement, une grauwacke à gros grains, dans laquelle on distingue des détritus arrondis de roches granitiques, de quartz, de schistes divers, entourés d'un ciment argileux grisâtre. Cette grauwacke passe quelquefois à un poudingue à gros noyaux et galets, ainsi dans la vallée d'Andorre et dans celle de la Sègre.

Du schiste siliceux. Le schiste des Pyrénées devient souvent très-dur, et perd une partie de sa fissilité par le mé-

lange de matière siliceuse avec l'argile. Tantôt la silice est mélangée si intimement qu'à l'œil on ne peut discerner les éléments qui constituent la roche, et alors on a un schiste siliceux, coticulaire; tantôt la silice est concentrée dans certaines couches, qui constituent alors des bancs de phtanite ou quartz lydien à cassure compacte; enfin, la silice est quelquefois sous forme grenue, et lon a alors un schiste quartzeux, arénacé, qui tend à passer à un grès schisteux, lorsque les grains de quartz sont abondants et accompagnés de paillettes micacées.

Des grès quartzeux.

Le grès quartzeux des Pyrénées est rarement à gros grains; le plus souvent les éléments qui le composent sont très-fins, fortement aggrégés par la pression ou quelquefois par un ciment siliceux : ces grès sont souvent presque compactes, à cassure inégale et constituent des quartzites analogues à ceux que l'on trouve dans l'ouest de la France. Mais ils sont rarement d'un beau blanc comme ceux de la Bretagne; ils sont en général gris avec une légère teinte bleuâtre; quelquefois ils présentent une coloration jaunâtre due au mélange d'oxyde de fer. Tantôt ces grès forment des couches qui alternent avec celles de schiste argileux ou siliceux, tantôt ils constituent des masses puissantes, et l'on rencontre souvent (ainsi aux environs de Barèges) des pics qui sont formés en majeure partie de grès quartzeux passant au schiste siliceux.

Du calcaire.

Dans les Pyrénées, le calcaire de transition présente très-fréquemment une structure cristalline et constitue de beaux marbres; lorsqu'il se trouve en grandes masses, peu éloignées de roches ignées, il est compacte, à cassure inégale; néan-

moins il tend habituellement à prendre une structure grenue ou à petites lames. Souvent on y reconnaît des fossiles, mais oblitérés et difficiles à discerner; ainsi, en examinant avec soin les calcaires amygdalins de plusieurs vallées, on y distingue, ainsi que l'a observé M. Dufrénoy, des empreintes de nautiles; on y voit aussi quelquefois des orthocères et des coquilles bivalves qui se rapportent aux genres térébratules et productus. Les ressources trop limitées que fournit la présence de ces fossiles peuvent cependant conduire à des inductions sur l'âge des calcaires où on les trouve.

Souvent le calcaire est associé à des couches de schiste et alors il devient lui-même un peu schisteux, ou bien il présente une cassure esquilleuse, qui est caractéristique des calcaires de transition. En outre, cette roche se montre fréquemment mélangée d'une manière très-intime avec de l'argile schisteuse, et il en résulte une association particulière que l'on peut appeler schiste argilo-calcaire.

Répartition des diverses roches qui constituent le terrain de transition.

Toutes ces roches, schiste argileux, grauwacke, schiste siliceux, grès et calcaire, se rencontrent dans les différentes parties du terrain de transition pyrénéen; il serait inexact de dire que telle roche se montre exclusivement à la partie inférieure et telle autre à la partie supérieure; si, en effet, on fait plusieurs coupes transversales de cette formation, on y verra ces diverses roches, tantôt dans une position, tantôt dans une autre. Cependant il y a une très-grande inégalité dans leur répartition; ainsi l'étage inférieur renferme comparativement une très-petite quantité de calcaire; on en voit fréquemment des couches peu

épaisses alternant ou mélangées avec les couches schisteuses; mais il est rare de voir de puissantes assises calcaires; et, quand il s'en trouve des masses un peu considérables, elles forment des lentilles peu étendues et sans continuité; tandis que dans l'étage supérieur on en trouve des assises très-épaisses qui s'étendent sans interruption à de très-grandes distances. D'ailleurs, le calcaire devient prédominant à la partie supérieure du terrain de transition, et nous verrons que dans plusieurs vallées le calcaire forme la roche principale, à laquelle le schiste est subordonné.

D'ailleurs, il faut ajouter que quand on passe d'une partie de la chaîne à une autre, on remarque d'assez grandes variations de nature dans des couches qui cependant sont situées sur le prolongement les unes des autres. Ainsi, dans la vallée de Vicdessos, depuis le bourg de Vicdessos jusqu'à la ligne de faîte, on observe diverses roches schisteuses, sans mélange de calcaire; tandis que si l'on fait une coupe passant par Bagnères-de-Luchon, d'une extrémité à l'autre du terrain de transition, depuis Cierp jusqu'à Vénasque, on trouve, sur cette ligne, à des distances peu éloignées, des couches calcaires associées au schiste argileux.

Néanmoins, le grand développement de la roche calcaire est l'un des principaux caractères de l'étage supérieur du terrain de transition : il y a aussi un peu plus de grès quartzeux dans cet étage; celui que l'on trouve dans l'étage inférieur tend habituellement à passer au schiste siliceux qui forme de fréquentes alternances avec le schiste argileux. Quant à la grauwacke, on en trouve dans l'un et l'autre étage, mais elle se montre peut-être un peu plus fréquemment dans l'étage supérieur.

Il existe donc une différence assez bien marquée dans la composition générale des deux étages du terrain de transition, principalement en ce qui concerne l'abondance du calcaire; mais cette différence peut paraître insuffisante pour donner lieu à une division en deux systèmes. Les discordances de stratification fournissent un témoignage plus certain d'une séparation bien tranchée entre les deux périodes pendant lesquelles se sont formés ces dépôts sédimentaires.

Discordance de stratification entre les deux étages du terrain de transition.

Il est peu de localités dans les Pyrénées où l'on puisse voir avec évidence une discordance complète de stratification entre les deux étages du terrain de transition, c'est-à-dire où l'on voie les couches de l'un s'appuyer sur les couches de l'autre en présentant une inclinaison et une direction différentes. Les discordances dans les directions sont généralement très-reconnaissables : en quelque endroit de la chaîne que l'on fasse une coupe transversale, on verra presque constamment les couches de l'étage supérieur courir de l'O. quelques degrés N. à l'E. quelques degrés S., c'est-à-dire parallèlement aux roches stratifiées du système de transition supérieur de la Bretagne et de la Normandie ou du système silurien de l'Angleterre, tandis que celles de l'étage inférieur sont dirigées de l'E.N.E. à l'O.S.O., suivant le même alignement que les couches du système inférieur ou cambrien dans les contrées déjà citées. C'est après avoir constaté cette différence bien prononcée sur une grande partie de la chaîne des Pyrénées que j'ai été amené à regarder ces deux genres de directions comme devant appartenir à deux systèmes de dépôt formés à des époques différentes.

Mais je ne dissimulerai pas qu'il est plus difficile de trouver des points où la discordance d'inclinaison soit évidente : les couches sont ordinairement très-contournées et redressées sous un angle voisin de la verticale, de sorte que les relations de position des couches ne sont pas faciles à apprécier. D'ailleurs, il est possible qu'en beaucoup d'endroits, les assises de l'étage supérieur se soient déposées sur les couches faiblement inclinées de l'étage inférieur, de sorte que les relèvements et contournements opérés plus tard aient rendu presque méconnaissable la différence d'inclinaison. Cependant j'ai remarqué généralement que les couches du système supérieur ont une inclinaison beaucoup moindre que celles du système inférieur; ainsi on voit celles-ci redressées verticalement former des masses de rochers très-considérables, et il est rare que leur pendage soit au-dessous de 70 à 60°. Les couches de l'étage supérieur sont quelquefois très-fortement inclinées, néanmoins leur pente générale varie entre 60 et 30°, et fort souvent elles sont presque horizontales ou ondulées des deux côtés d'une ligne horizontale : ainsi considérées dans leur ensemble les couches des deux systèmes présentent une différence d'inclinaison bien sensible.

Exemple de superposition transgressive sur les montagnes qui séparent la vallée d'Aure de celle de Lavédan.

Il est une localité entre autres où la discordance de stratification, non-seulement dans la direction mais encore dans l'inclinaison des couches, m'a paru très-bien marquée; c'est dans le massif de montagnes qui sépare la partie supérieure de la vallée d'*Aure* de celle de *Lavédan*. Si l'on remonte la première de ces vallées (voir la coupe représentée *Pl. I, fig.* 1 (1)), depuis la petite ville

(1) Cette coupe et les suivantes sont dessinées en sup-

d'*Arreau* jusqu'au bourg de *Tramesaygues*, on observe une succession alternative de couches de schiste argileux et de calcaire; tantôt ces deux roches sont disposées par assises épaisses qui alternent avec régularité, tantôt elles se trouvent mélangées intimement. Leur stratification présente une allure un peu variable et l'on y remarque de nombreux contournements; néanmoins cette série de couches me paraît dépendre plutôt de l'étage supérieur que de l'inférieur. Mais au delà de Tramesaygues, le terrain de transition présente dans sa nature et sa stratification une constance et une continuité remarquables. Le schiste argileux n'est plus accompagné de couches calcaires, on le voit simplement alterner en quelques points avec des couches de grauwacke grise ou d'un gris noirâtre, à grains fins, contenant de petites paillettes brillantes de mica : alors la direction des couches reste toujours comprise entre l'E. 5° N. et l'E. 20° N. (1); leur inclinaison est constamment vers le nord et très-forte, de 60 à 80°.

En approchant d'Aragnouet, on remarque dans le schiste, qui est habituellement de nature argileuse, des bancs siliceux et quelques lits très-

---

posant que l'on rabatte sur un même plan vertical les coupes partielles correspondant aux diverses inflexions de la ligne brisée que suit le cours d'une vallée. Il faut aussi remarquer que l'échelle des hauteurs étant beaucoup plus grande que celle des distances horizontales, les ravins ou vallons latéraux qui coupent les flancs de la vallée principale doivent nécessairement être indiqués ici avec des pentes plus fortes qu'elles ne le sont réellement.

(1) Dans ce mémoire les directions sont rapportées au méridien magnétique, sauf les cas annotés d'une manière spéciale.

minces d'un calcaire esquilleux gris blanc. A Aragnouet et jusque sur les flancs des rochers qui forment les ports de Bielsa et de La Canau, conduisant en Espagne, et le port de Campbiel par où l'on se rend d'Aragnouet à Gèdre, on voit les couches schisteuses constamment dirigées à l'E.N.E. et presque verticales ou plongeant de 80° vers le N.N.O.; parmi ces couches il y en a qui ont l'aspect cristallin et qui semblent même passer au gneiss; on peut remarquer qu'en divers points il s'y est fait des injections de roche granitique. Si l'on monte sur le flanc des montagnes qui forment le fond de cette vallée, arrivé à une certaine hauteur, on observe un changement évident dans la composition et la stratification du terrain; ainsi un peu avant d'atteindre le port de Campbiel, on voit affleurer des couches d'un schiste gris foncé, mélangées de grauwacke à grains fins et de calcaire compacte qui renferme quelques fossiles, parmi lesquels il y a une grande quantité de polypiers et principalement des encrines. Ces couches sont recouvertes de bancs très-épais de quartzite (grès quartzeux à grains fins et très-serrés) analogue aux quartzites de la Bretagne, presque compacte, offrant parfois une cassure esquilleuse; il est gris ou gris blanc, souvent coloré en jaune ou en rouge par de l'oxyde de fer.

Ici la direction est très-différente de celle que présentent les roches schisteuses depuis Tramesaygues; elle est à l'O.N.O., variant de l'O. 20 à 30° N., et l'inclinaison des couches est faible et vers le nord; sur une assez grande étendue, elle est peu éloignée de l'horizontalité et ondulée; en allant vers le S.E., elle paraît augmenter, quoique restant inférieure à 45°.

Sur le port de Campbiel la direction moyenne des couches est à l'O. 25° N., leur inclinaison est de 10 à 15° vers le N.

Il paraît donc bien clair qu'il y a ici superposition transgressive des couches de schiste, calcaire et quartzite au-dessus des roches schisteuses qui constituent le fond de la vallée d'Aure : la discordance de stratification se manifeste ici par un changement dans la direction et l'inclinaison des couches; d'ailleurs, il y correspond un changement dans la nature du terrain.

En descendant du port de Campbiel vers Gèdre, on voit se prolonger les couches de schiste et de quartzite qui sont contournées sur de très-grandes étendues, comme on le voit dans la coupe, *fig.* 2, *Pl. I*, que j'ai dessinée sur le flanc droit du ravin : il est remarquable qu'en face, sur le flanc gauche, les couches présentent beaucoup plus de régularité et sont presque horizontales, inclinant faiblement vers le nord.

En approchant de Gèdre, on voit les couches calcaires qui accompagnent le schiste et qui sont situées au-dessous du quartzite, acquérir un grand développement et prédominer en certaines parties. Là aussi on observe au-dessous du schiste et du calcaire du granite à petits grains qui constitue le flanc gauche de la vallée de Héas et qui probablement a donné lieu aux contournements que nous avons observés. La présence de ce granite a forcé les couches à prendre en certains endroits une forte inclinaison, mais elles conservent toujours leur direction O.N.O.

Débris organiques dans les couches calcaires de l'étage supérieur.

Dans les couches calcaires qui dominent Gèdre, M. Dufrénoy a trouvé une trilobite, comme il le dit dans son beau mémoire sur les calcaires amyg-

dalins des Pyrénées (*Annales des Mines*, 3ᵉ série, tome III); et tout récemment, M. Pinteville, dans une note lue à la Société géologique de France (séance du 15 janvier 1844) a annoncé avoir recueilli plusieurs fossiles, parmi lesquels M. de Verneuil a distingué, avec doute il est vrai, un orthis, une térébratule et le leptena depressa. On voit que la présence de trilobites et d'autres fossiles, qui se rencontrent habituellement dans le terrain silurien, vient se joindre aux caractères de la stratification pour motiver une division dans le terrain de transition pyrénéen.

Situation des deux étages du terrain de transition dans la partie supérieure de la vallée de Lavédan.

Entre Gèdre et Gavarnie, la vallée de Lavédan est en majeure partie formée de granite, mais à Gavarnie, et depuis là jusqu'au cirque de ce nom, on voit reparaître les schistes de l'étage inférieur du terrain de transition : ils sont ici cristallins, un peu siliceux, renfermant beaucoup de petits feuillets de mica gris clair, et on pourrait en certains points les confondre avec du mica schiste ou même du gneiss, si on ne les voyait accompagnés de petits lits calcaires; ils sont pénétrés de petits filons d'une pegmatite à gros cristaux de feldspath gris bleuâtre. A Gavarnie et aux environs la direction de ces schistes varie entre l'E. 5° N. et l'E. 10° N., ils plongent de 60 à 70° vers le S.

Au cirque de Gavarnie, les mêmes schistes cristallins métamorphiques sont dirigés de l'E. 9° N. à l'O. 9° S. et inclinent de 60° au S. : ils occupent le fond de la vallée, mais sur le massif qui forme la base du Mont-Perdu, ils sont recouverts par des couches calcaires fortement ondulées, qui présentent une stratification discordante. Ces couches paraissent appartenir à l'étage supérieur du terrain de transition et fournissent ici un nouvel

exemple de superposition transgressive. On voit reposer au-dessus les assises faiblement inclinées du terrain crétacé, que M. Dufrænoy a décrit avec des détails très-précis (*Annales des Mines*, 3e série, tome I).

Si l'on descend la vallée de Lavédan, en allant de Gèdre vers Luz, on voit à partir de Gèdre une succession de couches calcaires accompagnées de schiste argileux calcarifère; au-dessus on remarque les assises puissantes de quartzite gris foncé, que nous avons déjà observées précédemment et qui s'abaissent vers le fond de la vallée, à une lieue et demie après Gèdre; la direction des couches varie entre l'O.N.O. et le N.O.; leur inclinaison est vers le N. ou N.E.; elle est en général peu considérable et souvent elle est inférieure à 20°.

Dans le défilé que l'on rencontre à 2 1/4 lieues environ après Gèdre, à l'est duquel s'élève le pic de Bergons, on voit une série de couches de quartzite, de schiste siliceux gris foncé et de schiste argilo-calcaire courir du N. 35° O. au S. 35° E. et plonger de 40° au N.E. Plus loin se prolongent les mêmes roches, puis on voit disparaître le quartzite et l'on ne trouve plus qu'une succession de couches schisteuses et calcaires qui s'étendent jusqu'à Saint-Sauveur et Luz en suivant la direction O. 35° N.

Étage inférieur aux environs de Baréges, au pic du Midi et au pic de l'Espade.

Mais si l'on parcourt les environs de Barèges, et que l'on observe la direction des roches schisteuses, on voit qu'elles paraissent appartenir à l'étage inférieur ou cambrien. Les couches de schiste argileux et de calcaire d'où sortent les eaux sulfureuses de Barèges ont été redressées par la masse granitique qui se trouve tout auprès à l'est; elles sont presque verticales, plongent de 80 à 85° au

N.O.; de plus elles suivent la direction cambrienne (E. 20° N.). Si de Barèges on s'avance vers le N.E., en se dirigeant vers le pic du Midi, on voit les couches de schiste argileux suivre la même direction, se tenant presque verticales, plongeant tantôt vers le N., tantôt vers le S. A 5 kilomètres environ après Barèges, ce schiste devient cristallin, luisant, il se divise en feuillets qui ont l'aspect micacé et on le voit passer insensiblement au mica schiste, en conservant toujours la même direction E. 15 à 20° N.

Sur le massif du pic du Midi de Bigorre, on observe une série très-épaisse de couches de schiste métamorphique, tantôt feuilleté ou plissé, tantôt micacé, accompagnées dans certaines parties de petits bancs calcaires; ces couches sont presque verticales, inclinées de 80 à 85° au N.O.; elles offrent une constance de direction remarquable à l'E. 20° N. On ne peut douter que les schistes cristallins qui forment le pic du Midi et qui renferment des grenats et des macles ne soient le résultat d'un métamorphisme produit par l'action modifiante du granite.

Au S.E. du pic du midi, sur le flanc gauche de la vallée de Barèges, se trouvent deux pics beaucoup moins élevés (l'un est, je crois, le pic de l'Espade), mais remarquables par leur disposition en forme de masses coniques très-aiguës et fort escarpées; ils sont composés de couches de schiste siliceux, schiste argileux et argilo-calcaire, qui ont été aussi modifiées, mais un peu moins que celles du pic du midi. Ces couches sont verticales et leur direction varie entre l'E. 20 et 30° N.

Vu l'uniformité et la régularité de leur direction, qui est identique avec celle du système cam-

brien, je pense que l'on peut regarder les roches schisteuses des environs de Barèges comme dépendant de l'étage inférieur.

Les observations que j'ai faites dans les vallées qui se trouvent à l'ouest de celle de Baréges me portent à croire qu'elles sont composées en majeure partie du terrain de transition supérieur, et que le système inférieur n'y affleure que rarement et en masses peu considérables.

Couches schisteuses et calcaires entre Luz et Argelez, et dans la vallée de Cauteret

A Luz, et en allant de Luz vers Argelez, on observe une succession de couches calcaires très-épaisses, associées à un peu de schiste argileux, et présentant la direction O.N.O. (O. 20° à 30° N.). A une lieue après Luz, ces roches sont mélangées d'un peu de schiste siliceux, et une lieue plus loin on y voit un schiste noirâtre, graphiteux qui tache les doigts. Ensuite on remarque jusqu'à Argelez une succession de couches schisteuses et calcaires, dont la direction s'éloigne rarement de l'O.N.O. Ces schistes renferment beaucoup de pyrite de fer qui tombe en décomposition, et il se forme dans les fentes de la roche des dépôts concrétionnés de sous-sulfate de fer et d'alumine.

Les mêmes couches schisteuses et calcaires, mélangées parfois de schiste siliceux et disposées de même, s'observent depuis Pierrefitte jusqu'au massif granitique, d'où sortent les eaux sulfureuses de Cauteret et la Raillère; mais ici, entre les couches de schiste, ont été injectés plusieurs filons de porphyre qui ont quelquefois jusqu'à 20 mètres d'épaisseur; c'est un porphyre quartzifère gris blanchâtre, dans lequel on remarque des cristaux de quartz et de feldspath albite, ainsi que de rares feuillets de mica.

Il est remarquable que plus à l'ouest, dans les vallées d'Azun, d'Arbéost, des Eaux-Bonnes, Eaux-Chaudes, etc., le terrain de transition renferme une quantité de roche calcaire très-considérable; à partir d'ici, le schiste argileux devient pour ainsi dire subordonné au calcaire, tandis que auparavant le calcaire ne se montrait que comme une roche accessoire; le schiste siliceux et le quartzite deviennent aussi beaucoup plus rares.

Grand développement de la roche calcaire dans les vallées d'Azun, d'Arbéost, des Eaux-Bonnes et des Eaux-Chaudes.

En effet, la vallée d'Azun, depuis Argelez jusqu'au delà d'Aucun, paraît formée en majeure partie de calcaire; j'y ai remarqué en plusieurs endroits des débris fossiles, mais rarement discernables; cependant j'y ai reconnu des térébratules, des bivalves, ayant la forme de productus et plusieurs variétés d'encrines.

Dans la vallée d'Arbéost, qui renferme d'importantes mines de fer, le calcaire paraît être un peu moins abondant; il est accompagné de couches de schistes argileux, qui sont situées au-dessous, et qui par suite semblent prédominer dans le fond de la vallée.

Mais si l'on monte sur le massif de montagnes qui sépare la vallée d'Arbéost de celle des Eaux-Bonnes, on voit reparaître le calcaire constituant d'énormes masses; ses couches, redressées et contournées d'une manière bizarre, s'élèvent à de très-grandes hauteurs, et forment des cimes escarpées; leur direction générale est celle des roches siluriennes; elle varie de l'O. 15° à l'O. 30° N.; l'inclinaison a lieu dans des sens différents.

Le fond de la vallée des Eaux-Bonnes, qui est remarquable par ses sources thermales, est composé de couches schisteuses et calcaires alter-

nant ensemble et dirigées à l'O.N.O., avec pente au N.

Le terrain de transition de la vallée d'Ossau, depuis Biella jusqu'aux Eaux-Chaudes, consiste presque exclusivement en pierre calcaire, qui a souvent une structure cristalline, saccaroïde, et fournit du marbre statuaire analogue à celui de Saint-Béat, quoique celui-ci appartienne à une autre formation.

Sur les montagnes que l'on traverse en allant de cette vallée dans celle de Salient (Espagne), se trouve une ramification de cette partie du terrain de transition. M. Roux, médecin à Bagnères-de-Luchon, y a observé un gisement de fossiles, et en a rapporté quelques-uns, parmi lesquels j'ai reconnu un orthis bien caractérisé et des encrines à structure rayonnée, ayant un trou au centre; d'ailleurs cette espèce de zoophyte est très-fréquente dans le calcaire de transition des Pyrénées.

En résumé, on voit que le calcaire, qui ordinairement ne constitue que des masses subordonnées parmi les roches du terrain de transition, prend un développement considérable dans la partie occidentale des Pyrénées et tend à devenir prédominant. D'après des analogies générales avec les terrains de transition d'autres contrées et d'après les caractères de la stratification, j'ai lieu de regarder ces masses calcaires comme appartenant à l'étage silurien, et comme en formant la partie supérieure.

Caractères des deux étages du terrain de transition dans la partie occidentale des Pyrénées.

Les observations que nous venons d'exposer démontrent que dans le département des Hautes-Pyrénées le terrain de transition se présente avec des caractères de stratification, qui permettent de

le diviser en deux étages correspondant aux deux systèmes que l'on a distingués dans le terrain de transition de l'Angleterre et de la presqu'île de Bretagne : ici le système inférieur est composé de schistes argileux et siliceux, qui deviennent souvent cristallins et micacés, accompagnés quelquefois de petits bancs calcaires, à cassure schisteuse et esquilleuse, mais n'en renfermant pas ordinairement des masses considérables; ce système suit une direction assez constante, de l'E.N.E. à l'O.S.O., et les couches sont toujours fortement inclinées ou presque verticales.

Le système supérieur est composé de couches de schiste passant parfois à la grauwacke, de schiste siliceux, de grès quartzeux ou quartzite, et de puissantes assises calcaires : toutes ces roches sont dirigées habituellement de l'O.N.O. à l'E.S.E.; leur inclinaison est un peu variable, quelquefois elles sont relevées presque verticalement, mais en général elles ont une pente beaucoup moins forte que les couches du système inférieur; très-souvent elles sont presque horizontales ou bien ondulées autour de l'horizon. Nous avons vu en outre que dans la partie occidentale du département des Hautes-Pyrénées et dans une partie des Basses-Pyrénées, l'étage supérieur devient prédominant et se compose en majeure partie de roches calcaires (1).

(1) D'après M. Dufrénoy, dans la vallée de Baygorry, que je n'ai pas visitée, le terrain de transition ne renferme pas de calcaire; il est formé de schiste argileux et de grès siliceux à grains très-fins, passant presqu'à une roche de quartz compacte. J'ignore si cette partie du terrain de transition dépend de l'étage supérieur ou inférieur.

Voyons maintenant si la division que nous avons établie est justifiée par les caractères du terrain de transition dans les autres parties des Pyrénées.

Composition du terrain de transition dans la vallée d'Arran.

J'ai exploré les différentes branches de la vallée d'Arran, où la Garonne prend sa source, et où elle reçoit de nombreux affluents alimentés par les glaciers et les neiges qui couvrent les sommités du massif de montagnes dont la Maladetta forme le point culminant. J'ai observé que depuis le village de *la Bourdète*, situé près de l'endroit où la Garonne traverse la petite bande granitique qui se trouve un peu au sud de Bagnères-de-Luchon jusqu'au delà du bourg de Salardu, les couches du terrain de transition sont généralement dirigées de l'E.N.E. à l'O.S.O.; ainsi sur 39 directions que j'ai mesurées dans cet intervalle, il y en a 1 à l'E. 40° N., 1 à l'E. 35° N., 5 à l'E. 30° N., 3 à l'E. 25° N., 7 à l'E. 20° N., 3 à l'E. 15° N., 5 à l'E. 10° N., 2 à l'E. 5° N., 5 à l'E. O., 4 à l'O. 5° N. et 3 à l'O. 10° N. On voit que les directions E.N.E. sont de beaucoup les plus abondantes, et qu'elles sont groupées autour de la direction moyenne E. 20° N.

Ici le terrain de transition se compose principalement de schiste argileux passant quelquefois à la grauwacke schisteuse : il est fréquemment modifié, surtout dans le voisinage du granite; il est alors luisant, plissé et micacé. La pâte argileuse qui forme ce schiste est souvent mélangée de calcaire, et alors on a un schiste argilo-calcaire, ou bien on observe des alternances de schiste et de calcaire, tantôt esquilleux, tantôt lamelleux; mais dans cette partie de la vallée d'Arran, je n'ai point observé de masse calcaire un peu considé-

rable. Outre les schistes argileux, micacé et calcaire, on trouve encore du schiste coticulaire, du schiste siliceux gris et gris-bleuâtre, passant quelquefois à une espèce de phtanite, lorsque la matière siliceuse est très-abondante et en masse compacte, ou bien passant au quartzite, lorsque la silice est sous forme grenue.

A l'est de Salardu, lorsque l'on se dirige vers la vallée d'Esterry, la nature et la stratification du terrain de transition présentent un changement sensible : le calcaire devient alors beaucoup plus abondant; ainsi, un peu au delà de Trédos, le dernier village de la vallée d'Arran, on en observe des masses très-considérables, et presque partout le schiste argileux est associé à des couches calcaires. Ces roches ont été modifiées par la présence du granite, qui les environne du côté S. et S.E., et qui a pénétré au milieu d'elles en plusieurs points; le calcaire est devenu tantôt saccaroïde, tantôt lamelleux. La direction des couches est de l'O.N.O. à l'E.S.E.; elle est ordinairement comprise entre l'O. 40° et l'O. 25° N.; cette disposition reste la même jusque sur le col que l'on traverse pour passer de la vallée d'Arran dans celle d'Esterry, qui est une branche de la vallée de la Noguera : sur ce col, le schiste et le calcaire sont interrompus par le granite, qui forme le prolongement de la bande granitique du port d'Oo et de la Maladetta.

Il paraîtrait donc que le terrain de transition de cette partie de la vallée d'Arran se rapporte à l'étage supérieur, mais ici les couches sont redressées verticalement par le granite, de même que celles observées auparavant à l'ouest de Salardu,

et par suite il est difficile d'apprécier leur position relative.

Coupe de la vallée de la Pique.

Si maintenant nous considérons la vallée de la Pique, qui se réunit à celle de la Garonne, près Saint-Béat, nous y verrons le terrain de transition très-développé, de même que dans la vallée d'Arran; il commence entre Cierp et Estones par des assises de calcaire accompagnées d'un peu de schiste modifié et adossées contre la masse granitique, qui paraît avoir produit le métamorphisme auquel le beau marbre de Saint-Béat doit son état cristallin. Ces assises appartiennent vraisemblablement à l'étage supérieur du terrain de transition, quoiqu'il soit difficile d'apprécier la direction qu'elles suivent. Un peu au delà, vers le sud (voir la coupe représentée *fig.* 3, *Pl. I*), on observe une série de couches schisteuse entremêlées de petits bancs calcaires; leur stratification est très-variable, tantôt à l'E.N.E., tantôt à l'O,N.O. : elle paraît avoir été fortement dérangée et présente de nombreuses ondulations; de sorte qu'il est difficile de déterminer en quel point a lieu la séparation des deux étages du terrain de transition; néanmoins les couches de micaschiste, de schiste luisant et de schiste siliceux que l'on observe dans la vallée du Lys et qui sont appuyées sur le flanc méridional de la bande granitique de Bagnères-de-Luchon, sont dirigées en général de l'E.N.E. à l'O.S.O., et par suite semblent dépendre de l'étage inférieur.

D'ailleurs le voisinage de cette masse de granite est remarquable par le métamorphisme qu'elle a développé sur les schistes environnants; à mesure que l'on s'en approche, on voit le schiste devenir de plus en plus cristallin, luisant, satiné

et feuilleté, jusqu'à ce qu'il se change au contact en un véritable micaschiste.

En allant de Bagnères-de-Luchon vers le port de Vénasque, on coupe une succession très-uniforme de couches de schiste argileux modifié et de schiste siliceux, renfermant quelquefois un peu de calcaire; après avoir dépassé l'hôpital de Bagnères, on trouve intercalés dans ces schistes plusieurs filons de galène argentifère, mélangée de blende.

Dans cette région, la direction des couches se rapproche un peu de celle du système silurien; ainsi elle varie généralement de l'E.O. (méridien magnétique) jusqu'à l'O. 30° à 35° N.; on pourrait donc chercher à rapporter ces couches au système supérieur; mais il faut remarquer qu'elles forment la continuation de celles que nous avons observées dans la vallée d'Arran, et qui sont alignées parallèlement au système cambrien. De plus cette portion des Pyrénées constitue pour ainsi dire un point de rebroussement; car depuis le pic de Montvallier jusqu'à la Maladetta, l'axe de la chaîne décrit un arc de cercle en se dirigeant vers l'O.S.O.; mais de la Maladetta au port d'Oo, il reprend sa direction habituelle de l'E.S.E. à l'O.N.O.; on conçoit facilement que les roches schisteuses situées sur cette ligne aient subi une inflexion qui a nécessairement dérangé leur direction primitive.

En descendant du port de Vénasque, vers la vallée de l'Essera, on observe des couches de schiste, recouvertes d'assises calcaires qui ont été par places transformées en dolomie (je reviendrai plus loin sur cette transformation); ces couches régulièrement stratifiées courent de l'E. 18° N. à

Coupe de la vallée de l'Essera.

l'O. 18° S.; ainsi elles suivent l'alignement du système cambrien.

Le massif de la Maladetta est formé à sa partie supérieure de granite, mais du côté N. et N.O. à ce granite sont adossées des couches de schiste et de calcaire en partie dolomitisé; celles qui s'étendent de la Maladetta vers le port de Vénasque sont dirigées du S.S.E. vers le N.N.O., mais celles qui forment le recouvrement de ce massif un peu plus au sud sont dirigées moyennement de l'E. 18° N. à l'O. 18° S., quoiqu'elles fassent certainement partie du même ensemble de couches; ainsi il y a eu ici une inflexion très-marquée, dont nous rendrons compte un peu après.

Entre l'hôpital de Vénasque et le pied de la Maladetta on voit affleurer des couches de grauwacke à petits grains, de calcaire et de dolomie dirigées de l'E. 17° N. à l'O. 17° S. et plongeant fortement vers le S.

Lorsque l'on descend la vallée de l'Essera, on coupe une longue série de bancs calcaires entremêlés de lentilles dolomitiques et de couches schisteuses qui sont quelquefois noirâtres et charbonneuses; leur direction reste toujours comprise entre l'E. 10° N. et l'E. 30° N.

Elles se continuent en suivant la même disposition jusqu'à la gorge de Malivierna que l'on rencontre à 3 ou 4 kilomètres après l'hôpital; mais alors elles sont interrompues par cette longue bande granitique qui s'étend depuis le pic de Troumousse jusqu'à la vallée d'Esterry; ce granite traverse la vallée de l'Essera sur une largeur d'environ 1800 mètres, puis on voit reparaître le terrain de transition, mais stratifié d'une manière toute différente. Depuis cet endroit jusqu'au-delà de Vé-

nasque, il suit constamment la direction O.N.O. du système silurien, et les couches sont tantôt horizontales, tantôt diversement ondulées, présentant toujours une inclinaison très-faible vers le nord; il est remarquable de voir que le granite les a coupées verticalement sans changer leur inclinaison. Alors le terrain de transition renferme des masses calcaires très-épaisses, entremêlées de schiste argileux et présentant des ondulations et des contournements très-curieux; afin de pouvoir les représenter plus exactement et avec plus de détails, j'ai triplé dans cette partie les dimensions horizontales de la *fig.* 3.

La coupe que nous venons de décrire traverse la partie centrale des Pyrénées, depuis Estones jusqu'à Vénasque, et montre la succession de toutes les couches qui constituent le terrain de transition; les portions extrêmes du côté nord et du côté sud paraissent appartenir à l'étage supérieur et la portion médiane à l'étage inférieur.

Nature et caractères du terrain de transition dans le département de l'Ariége.

Dans le département de l'Ariége, la masse principale du terrain de transition se rapporte au système cambrien, mais il y a une petite bande située un peu au sud, entre Castillon et Foix, qui en est séparée par des collines formées de granite, de calcaire crétacé et jurassique; cette petite bande composée de schiste argileux verdâtre, de schiste siliceux et de calcaires diversement colorés, renferme quelques fossiles, et M. Dufrénoy y a reconnu la présence des trilobites; ainsi elle peut être considérée comme appartenant à l'étage supérieur. Mais la masse principale du terrain de transition, située au sud de la bande de calcaire jurassique qui s'étend de Seix à Vicdessos, présente des

caractères de stratification très-nets qui la rattachent au système inférieur.

Aux environs d'Aulus et sur les montagnes qui se trouvent entre ce bourg et Conflens, la direction des roches schisteuses est constamment de l'E.N.E. à l'O.S.O. Près d'Aulus on reconnaît une différence notable dans les directions des schistes de transition et du calcaire d'Aulus qui appartient, comme M. Dufrénoy l'a démontré, au lias; en effet, la direction de ce calcaire varie de l'O. 10 à 25° N., tandis que les schistes courent de l'E. 25 à 30° N. à l'O. 25 à 30° S.

Roches schisteuses de l'étage inférieur aux environs de Vicdessos.

Aux environs de Vicdessos la stratification des schistes de transition se distingue aussi de celle que présente le même calcaire où se trouvent les mines de Rancié. A son extrémité orientale cette bande calcaire présente une légère déviation vers l'E.N.E., qui s'observe aussi dans la direction des couches; mais à l'endroit où celles-ci traversent la vallée de Vicdessos, leur direction passe d'abord à l'E.O., puis à l'O.N.O.; elles sont redressées verticalement. Les schistes de transition qui sont en contact avec ce calcaire sont constamment dirigés de l'E.N.E. à l'O.S.O. ; la moyenne de 35 directions observées sur la montagne d'Andron, dans la vallée de Siguier et dans celle d'Arties est E. 28° N. Ce sont des schistes tantôt verts, tantôt d'un gris bleuâtre, luisants, plissés ou feuilletés; sur la cime d'Andron on a une alternance de schiste micacé chargé de feuillets de mica jaune et blanc, avec des schistes siliceux, à travers lesquels se sont injectées de petites veines granitiques. Un peu au sud, le schiste siliceux passe par l'abondance du quartz à un grès quartzeux dont la cassure est esquilleuse. Dans la vallée de Siguier, ces schistes

sont généralement micacés, surtout dans la partie supérieure où ils reposent sur du granite. Néanmoins l'origine sédimentaire et métamorphique de ces micaschistes ne saurait être contestée, puisqu'ils sont accompagnés de schiste siliceux et de grès quartzeux; ce métamorphisme est dû à la présence du granite de Bassiès qui s'est introduit en forme de coin à la jonction du schiste et du calcaire jurassique.

Lorsque l'on remonte la vallée de Vicdessos, après avoir traversé cette masse granitique près de sa pointe, on voit reparaître le schiste micacé qui perd ensuite peu à peu son aspect cristallin, devient seulement un schiste luisant et feuilleté, alternant avec du schiste siliceux et du quartzite. Ces roches schisteuses ne renferment aucune trace de calcaire et courent en moyenne de l'E. 30° N. à l'O. 30° S., redressées presque verticalement. On les observe jusqu'à trois lieues au sud de Vicdessos; alors, la vallée est barrée tout d'un coup par un immense rocher de granite à la surface duquel le torrent se précipite de cascade en cascade sur une hauteur de 70 à 80 mètres. Quatre kilomètres plus loin, en approchant du pied des rochers qui forment la ligne de faîte, on voit reparaître le schiste métamorphique, feuilleté et micacé, suivant la même direction qu'auparavant E. 25 à 30° N. Il est à remarquer qu'en cet endroit la crête des Pyrénées présente elle-même cette direction.

Étage inférieur du terrain de transition dans la vallée d'Andorre.

Au port d'Andorre, le schiste argileux modifié, offre plusieurs injections de pegmatite; il se prolonge sur le flanc méridional de la crête, en suivant la même stratification, et alors il est mélangé de couches siliceuses.

Un peu après Sérat, on voit succéder au schiste

métamorphique une longue série de couches de schiste feuilleté, micacé, dans lesquelles sont intercalés quelques bancs calcaires. Les feuillets de ce schiste sont noirs et imprégnés d'une grande quantité de matière charbonneuse à l'état de graphite; la poussière en est noirâtre et tache les doigts. Cette roche forme une bande très-étendue que l'on traverse sur une distance d'environ 3000 mètres; les couches courent constamment à l'E.N.E. (E. 30° N. en moyenne), et sont inclinées de 60 à 70° vers le S.E.

Sur ce schiste micacé, graphiteux, reposent plusieurs assises de calcaire, tantôt blanc et tantôt noir; ensuite paraît une série alternative de couches de schiste argileux, de schiste siliceux, de schiste argilo-calcaire et de bancs calcaires, que l'on observe sur environ 4 lieues d'étendue. Ces couches sont d'abord verticales, puis elles offrent une inclinaison constante de 65 à 70° vers le N.O.; leur direction moyenne est de l'E. 22° N. à l'O. 22° S. Elles ont fréquemment donné issue à des éjections de roches ignées; ainsi il n'est pas rare d'y rencontrer des veines de serpentine; et aux environs d'Andorre on trouve beaucoup de blocs d'une roche particulière, d'un gris noirâtre, qui présente un aspect très-semblable aux roches de trapp, et qui comme elles se divise quelquefois en prismes à six pans. Le granite s'est fait jour en beaucoup d'endroits au milieu de ces couches schisteuses; ainsi dans le village de *las Caldes*, qui doit son nom à la présence de plusieurs sources thermales et sulfureuses; à Andorre on remarque une masse un peu considérable de granite qui s'est introduite au milieu du schiste.

Étage supérieur près de la frontière d'Espagne. Quoique les roches sédimentaires aient été modifiées, et que leur allure ait été un peu dérangée

dans le voisinage de ces masses éruptives, néanmoins elles conservent la même stratification et se continuent jusqu'à Sainte-Julie, près de la frontière d'Espagne, en suivant toujours la direction E.N.E. Mais un peu au delà, près d'Arcavel, sur les flancs de la vallée de la Balira, on voit paraître des couches de schiste argileux gris bleuâtre, verdâtre et violacé, dirigées à l'O. 10 à 20° N., et plongeant de 30° vers le N.E.; elles présentent donc une discordance de stratification très-sensible. Plus loin, on voit paraître une formation de poudingue très-considérable; la plupart des galets sont formés de quartz hyalin et de quartz blanc compacte. Ils proviennent de la destruction des filons de quartz que renferme le terrain de transition; quelques-uns de ces galets sont très-gros et imparfaitement arrondis. Ils sont accompagnés de fragments plus petits de diverses espèces de schiste et principalement de schiste siliceux; la pâte qui englobe ces fragments se compose de détritus schisteux réduits à un état très-ténu. Ce poudingue passant parfois à une espèce de grauwacke à très-gros éléments est accompagné de couches d'un schiste argileux violacé, très-luisant; on observe cette alternance de schiste et de poudingue sur plus de 2 kilomètres de longueur. Les couches sont dirigées au N. 60 à 65° O. et inclinent vers le N.E. Elles suivent cette direction jusqu'à la sortie de la gorge où la Balira vient déboucher dans la plaine d'Urgel, et se divise en trois bras avant de se réunir à la Sègre; alors si l'on examine les coteaux en pente douce qui forment la terminaison du terrain de transition et qui s'abaissent insensiblement, tandis que l'on voit encore s'élever à de grandes hauteurs les couches crétacées

relevées en sens contraire, sur ces coteaux on n'observe plus de poudingue, mais des couches de schiste argileux et calcaire qui présentent de nombreux contournements et dont la direction varie entre le N.S. et le N.O. Néanmoins il résulte de cette coupe que la vallée de Vicdessos et la vallée d'Andorre sont composées de roches schisteuses redressées presque verticalement, et qui, d'après leur stratification, appartiennent au système cambrien, tandis que la partie méridionale du terrain de transition en est séparée par une formation de poudingue très-épaisse, et présente des caractères de stratification qui la rattachent au système silurien.

Composition de l'étage supérieur dans la vallée de la Sègre.

Mais pour mieux connaître la composition et l'âge du terrain de transition dans la partie méridionale, il est bon d'examiner la nature et la disposition des roches entre Urgel et Belver. Si l'on remonte la vallée de la Sègre en partant d'Urgel, on observe d'abord une série de couches schisteuses dirigées généralement à l'O. 35 à 40° N. et penchant faiblement vers le N. E. (voir la coupe *fig.* 5, *Pl. II*); puis, à 5 kilomètres après Urgel, le schiste est recouvert d'assises très-épaisses d'un calcaire gris, tantôt esquilleux, tantôt cristallin et grenu, renfermant dans certains bancs une grande quantité de polypiers et diverses coquilles dans un état où il est difficile de les discerner; cependant j'y ai reconnu des térébratules, et j'ai trouvé là une empreinte de trilobite : la présence de ce fossile est importante, parce qu'on le regarde comme appartenant essentiellement au système silurien. Des lits très-minces d'un schiste gris noirâtre sont intercalés entre les bancs calcaires; ceux-ci sont diversement ondulés autour de l'ho-

rizon et très-faiblement inclinés : cette puissante masse de roche calcaire recouvre, à partir d'ici, les schistes argileux, et s'étend jusqu'auprès du village de *Pont-de-Var*. Mais à une lieue environ avant ce village, on observe dans le fond de la vallée du granite à petits grains et à grains moyens, composé de feldspath et quartz gris blanc, et de mica noir : on voit d'abord poindre ce granite sur les bords de la Sègre, puis il s'élève peu à peu en relevant les couches calcaires. Sur une assez grande distance les flancs de la vallée sont granitiques et couronnés de crêtes calcaires, mais au Pont-de-Var ils sont entièrement formés de granite.

A 1500 mètres environ au N.E. du Pont-de-Var, on voit reparaître d'abord le schiste argileux qui s'appuie directement sur le granite, et au-dessus les couches calcaires qui offrent de grandes ondulations. A 2 lieues après le Pont-de-Var, près du village d'Ordinetto, on trouve une autre masse de granite à petits grains, interposée dans le terrain de transition, mais peu étendue; et ensuite on voit le schiste avec les assises calcaires superposées se continuer sans interruption jusqu'à la plaine de Belver, en présentant, comme on le voit sur la coupe, une faible inclinaison.

Les collines que l'on remarque dans cette plaine et sur l'une desquelles est bâtie la petite ville de Belver sont formées d'une série alternative de couches de schiste argileux et d'un poudingue qui correspond à celui que nous avons vu dans la vallée de la Balira, près d'Arcavel; dedans on voit des cailloux grossièrement arrondis, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à 1 ou 1 ½ décimètre : ce sont des noyaux de quartz, de

granite et de schiste, entourés d'une pâte d'argile schisteuse. Les couches de poudingue suivent une direction moyenne de l'O.N.O. à l'E.S.E. et penchent plus ou moins vers le S.O.; elles sont accompagnées de couches de grès à gros grains, de grauwacke et de schiste formant une série alternative que l'on observe jusqu'auprès du village de Sobal, situé dans la gorge qui sépare la plaine diluvienne de Puycerda de celle de Belver.

Les couches de poudingue d'Arcavel et de Belver sont situées sur une même ligne dirigée de l'E. quelques degrés S. (méridien astronomique) à l'O. quelques degrés N.; elles paraissent donc être le prolongement les unes des autres et forment un excellent joint de repère. Ainsi, dans cette région, l'étage supérieur du terrain de transition présente à la partie inférieure une série alternative de couches de schiste, de poudingue, de grès et de grauwacke; au-dessus se trouve une assise de schiste argileux, et la partie supérieure consiste en une puissante formation calcaire. On reconnaît dans la succession générale de ces roches une certaine analogie avec la composition du système silurien dans l'O. de la France.

Si de Puycerda on se rend à Ax, on remonte la vallée de Carol, qui est en grande partie formée de granite; mais dans le haut de cette vallée et sur le col de Puymorens, on retrouve les couches schisteuses de la vallée d'Andorre, qui appartiennent à l'étage inférieur; et quand on a traversé la grande masse granitique qui s'étend depuis l'Hospitalet jusqu'à Ax, on voit reparaître les schistes métamorphiques, micacés et siliceux, qui forment le prolongement de ceux que nous avons observés dans la vallée de Vicdessos.

Le terrain de transition est peu développé dans le département des Pyrénées-Orientales, et n'occupe qu'une faible étendue. Il constitue dans la vallée de la Têt un lambeau qui est entouré de tous côtés par le granite, et qui est remarquable par les nombreuses et importantes mines de fer qu'il recèle ; je veux parler du terrain de transition de Villefranche et d'Ollette ; la puissante assise calcaire qui en forme la partie orientale et que traverse la vallée de la Têt sur 3 kilomètres de longueur, renferme un gisement de fossiles qu'a signalé M. Dufrénoy, et paraît appartenir à l'étage supérieur du terrain de transition. Au-dessous se trouvent des couches de schistes argileux et argilo-calcaire, puis des couches de schiste métamorphique, luisant et micacé, reposant immédiatement sur le granite qui les a pénétrées en une foule d'endroits. Ces schistes sont fréquemment dirigés de l'E.N.E. à l'O.S.O., et à cause de cette stratification on peut être porté à les regarder comme des schistes cambriens, mais il est probable que cette direction a été occasionnée par la manière dont ces schistes ont été infléchis et pincés au milieu du granite par suite d'un soulèvement récent.

Terrain de transition de la vallée de la Têt.

Nous avons examiné la nature et les caractères de stratification du terrain de transition dans les principales vallées des Pyrénées, dans celles où il offre le plus grand développement ; nous avons vu que, malgré les bouleversements qui ont, à différentes reprises, dérangé la succession des couches, il est possible ordinairement d'y distinguer deux étages dont les caractères généraux restent les mêmes sur toute l'étendue de cette chaîne ; ainsi, dans la partie orientale de même

Résumé des caractères qui distinguent les deux étages du terrain de transition pyrénéen.

que dans la partie occidentale, l'étage inférieur se compose essentiellement de diverses espèces de schistes argileux et siliceux, très-souvent modifiés, cristallins ou même micacés, renfermant çà et là quelques couches calcaires, mais en masses qui sont ordinairement peu considérables. L'étage supérieur présente, outre les schistes argileux, siliceux et argilo-calcaires, des roches arénacées; grauwackes, grès quartzeux et quelquefois des poudingues; il se termine par des masses puissantes de calcaire.

Il faut ajouter que la présence des débris organiques qui accompagnent habituellement le système silurien, savoir : les trilobites, les productus, orthis, orthocères, auxquels il faut joindre les nautiles et les polypiers, vient confirmer la division à laquelle nous ont conduit les caractères minéralogiques de la composition des roches et ceux de la stratification. Il est vrai que dans beaucoup d'endroits on ne sait pas d'une manière bien certaine à quel étage on doit rapporter telle partie du terrain de transition, et que souvent la séparation des deux étages est peu tranchée, et pour ainsi dire inappréciable; mais la même difficulté a lieu pour le terrain de transition de la Bretagne et pour ceux de beaucoup d'autres contrées; c'est ce qui explique combien il faut de temps et d'observations pour parvenir à faire une classification de ces dépôts sédimentaires de la période la plus ancienne.

Je dois encore ajouter, comme d'ailleurs je l'ai déjà fait remarquer, que l'observation des directions n'est pas toujours d'une certitude absolue, et qu'elle semble être quelquefois en défaut dans une contrée qui a été le théâtre de plusieurs révo-

lutions; ainsi il est arrivé souvent que des soulèvements plus récents aient imprimé aux couches du système inférieur une direction O.N.O. parallèle à celle des Pyrénées, ou inversement la direction E.N.E. du soulèvement des ophites aux couches du système supérieur; mais on observe des anomalies du même genre dans les contrées où les roches stratifiées présentent les directions les plus régulières et les plus constantes.

Néanmoins les différences que j'ai signalées dans les diverses parties du terrain de transition pyrénéen m'ont paru suffisantes pour motiver une division en deux étages correspondants aux systèmes cambrien et silurien. D'ailleurs, en basant la division des roches stratifiées les plus anciennes sur l'observation des directions qu'elles présentent au centre d'une chaîne de montagnes très-élevée, dont le relief principal a été déterminé par une commotion des plus violentes, et comparativement très-récente, nous avons montré quel secours on peut tirer, même dans des circonstances aussi difficiles, des admirables principes qu'a posés M. Élie de Beaumont.

Distribution des deux étages du terrain de transition sur les deux versants des Pyrénées.

Ainsi qu'on a pu le remarquer, les deux étages du terrain de transition paraissent être inégalement répartis sur les divers départements qui composent le versant français de la chaîne des Pyrénées; ainsi, dans le département de l'Ariége, l'étage inférieur occupe une étendue de terrain considérable, tandis que l'étage supérieur y est très-peu développé. Dans le département des Hautes-Pyrénées l'étage supérieur commence à prendre une assez grande extension, et il devient prédominant dans les Basses-Pyrénées.

Pour se rendre compte de cette inégale distri-

bution, il faut examiner la manière dont est disposé le terrain de transition relativement à l'axe de la chaîne. A l'est de la Maladetta, il recouvre sur une vaste superficie le versant méridional des Pyrénées, et ne forme qu'une zone beaucoup moins étendue sur le versant septentrional ; mais par suite de l'inflexion que présente la ligne de faîte auprès de la Maladetta, le terrain de transition passe au nord de cette ligne et il affecte une disposition oblique très-bien marquée, de telle sorte qu'en allant de l'est à l'ouest il s'éloigne de plus en plus du versant méridional, et qu'à l'ouest du mont Perdu il a disparu presque complétement du côté de l'Espagne et se trouve reporté sur le versant français. Ainsi le terrain de transition des Pyrénées n'est pas aligné d'une manière exactement parallèle à l'axe de cette chaîne de montagnes; l'obliquité que l'on remarque entre l'axe de cette chaîne et celui d'une des formations les plus importantes qui la constituent est une preuve que le soulèvement principal des Pyrénées qui a relevé suivant un alignement si régulier les deux bandes crétacées du nord et du midi, n'a pas agi de la même manière sur le terrain de transition. Les couches de ce terrain étaient déjà redressées et avaient éprouvé l'influence d'un ou plutôt de plusieurs soulèvements antérieurs, dont on reconnaît les traces évidentes, quand on examine avec soin la structure des Pyrénées.

Il est une autre circonstance digne de remarque, c'est que l'inclinaison des couches du terrain de transition n'est pas réglée d'après la disposition des deux versants; même du côté de l'Espagne, les couches plongent plus fréquemment et d'une manière plus générale vers le nord que vers le sud;

et il résulte d'un grand nombre d'observations que leur pendage n'est qu'accidentellement en rapport avec les pentes actuelles de la chaîne, tandis que les assises du terrain crétacé sont presque toujours couchées dans le sens de ces pentes. Le granite qui occupe généralement la partie médiane des Pyrénées ne constitue pas toujours l'axe de la chaîne; il est placé soit au nord, soit au sud, et forme habituellement plusieurs bandes séparées, les unes au nord de la ligne de faîte, les autres au sud; néanmoins, comme il a fait éruption dans l'intervalle qui sépare les deux zones crétacées du versant français et espagnol, il a dû en incliner les couches d'une manière régulière, les unes vers le nord, les autres vers le sud, tandis que le terrain de transition qui a été déchiré et divisé en plusieurs parties par les éruptions granitiques a dû prendre des formes très-diverses; mais on peut observer que l'inclinaison générale des couches a lieu plutôt vers le nord que vers le sud, et qu'elle ne paraît pas toujours avoir été produite par l'apparition des granites que nous voyons aujourd'hui à la surface du sol, mais qu'elle est le résultat d'une action qui s'est développée antérieurement au soulèvement crétacé.

A l'est de la Maladetta, la partie centrale des Pyrénées paraît composée presque entièrement de l'étage inférieur du terrain de transition. Au nord de la ligne de faîte on trouve quelques lambeaux appartenant à l'étage supérieur, et nous avons vu qu'il forme sur le versant méridional une bande assez étendue qui constitue une partie de la vallée de la Sègre, entre Puycerda et Urgel, et l'extrémité de la vallée de la Balira. Cette bande silurienne sépare le système inférieur d'avec les ter-

rains secondaires, tandis que dans l'Ariége ce système est en contact immédiat avec le terrain jurassique et crétacé; elle se prolonge de l'est vers l'ouest et se retrouve à Vénasque; plus loin elle se développe graduellement, et nous avons vu que les couches du système supérieur constituent des masses rocheuses très-élevées entre le mont Perdu et le pic du midi de Bigorre. Encore plus à l'ouest, en atteignant le département des Basses-Pyrénées, ces couches deviennent prédominantes, et alors l'étage inférieur semble disparaître, recouvert par une série très-épaisse de couches calcaires.

Traces de plusieurs systèmes de soulèvement dans les Pyrénées.

Quand on étudie avec soin la structure des Pyrénées et la forme des principaux accidents de cette chaîne, on reconnaît qu'elle n'est pas aussi simple qu'on serait porté à le croire au premier coup d'œil. L'observation attentive de la stratification des dépôts sédimentaires de différents âges m'a convaincu que les Pyrénées, de même que les Alpes et la plupart des grandes chaînes de montagnes qui sillonnent l'écorce du globe, portent les traces de plusieurs soulèvements antérieurs au phénomène de dislocation principal et le plus saillant, à celui qui dans les Pyrénées a redressé les assises de la formation crétacée.

Nous avons déjà vu que les couches du terrain de transition suivent deux systèmes d'alignement correspondant aux systèmes de soulèvements cambrien et silurien, autrement dits l'un système du Westmoreland et du Handsruck, l'autre système du Ballon (Vosges) et des collines du Bocage (Calvados).

J'ai observé en beaucoup d'endroits que la

bande de lias qui s'étend depuis la bastide de Séron jusqu'à la vallée de Campan, présente souvent des directions voisines du N.E. et par conséquent très-différentes de celles du terrain crétacé; je me suis demandé si ces différences ne pouvaient pas avoir été déterminées par l'éruption des ophites qui forment des îlots fort nombreux, soit dans le lias, soit dans le terrain de craie, mais il est facile de reconnaître que souvent les couches crétacées et jurassiques ne sont pas stratifiées de la même manière et qu'entre les époques où elles se sont formées, il a dû se produire un mouvement qui ait changé le relief de la surface du sol. D'ailleurs, le système des ophites est dirigé de l'E. 18° N. à l'O. 18° S., tandis que la direction particulière que je signale dans le terrain jurassique est du N.E. au S.O. (rapportée au méridien astronomique). En effet, entre Montrejeau et Estones, dans la vallée de la Garonne, la direction des couches calcaires du lias est généralement comprise entre l'E. 40° et l'E. 55° N. (méridien astronomique). Entre la bastide de Séron et Saint-Girons, et entre cette ville et Touillé, le même terrain présente des directions un peu variables, mais qui sont fréquemment du N.E. au S.O. Il est vraisemblable que ces directions sont dues à l'influence du système de dislocation qui a soulevé le terrain jurassique de la Côte-d'Or et que M. Élie de Beaumont a nommé système du Mont-Pilas et de la Côte-d'Or.

Inflexions des couches du lias suivant la direction N.E.-S.O.

Les assises du terrain de craie suivent habituellement l'alignement général de la chaîne des Pyrénées et l'on n'y remarque de déviations qu'accidentellement, ainsi lorsqu'elles ont été disloquées par l'apparition des ophites. Néanmoins je rap-

pellerai que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont observé que dans les gorges de Pancorbo, entre Miranda et Burgos, les couches inférieures du terrain crétacé ont été redressées suivant la direction du système du mont Viso.

Les Pyrénées portent l'empreinte de six phénomènes de dislocation.

La chaîne des Pyrénées porte donc l'empreinte de six phénomènes de dislocation qui ont agi sur la même zone de l'écorce terrestre, à différentes époques et avec plus ou moins d'intensité, et dont chacun a influé plus ou moins fortement sur la stratification des dépôts sédimentaires. Il est remarquable de voir que malgré la superposition d'effets si divers, les roches stratifiées même les plus anciennes ont conservé les traces des premières inflexions qu'elles ont subies. Les systèmes de soulèvement qui ont agi sur les formations pyrénéennes sont :

1° Le système du Westmoreland qui a relevé, suivant la direction E.N.E.-O.S.O., les couches de l'étage inférieur du terrain de transition;

2° Le système des ballons des Vosges qui a déterminé les inflexions de l'étage supérieur, alignées de l'O.N.O. à l'E.S.E.;

3° Le système du mont Pilas et de la Côte-d'Or, qui a imprimé en beaucoup d'endroits la direction N.E.-S.O. aux couches du calcaire jurassique;

4° Le système du mont Viso qui paraît avoir redressé en quelques points les assises inférieures du terrain crétacé avant la formation des assises supérieures;

5° Le système de dislocation qui a imprimé aux Pyrénées leur relief le plus saillant, et qui a soulevé la formation crétacée et le massif central de cette chaîne parallèlement à la direction O. 18° N.

6° Le soulèvement produit par l'apparition des

ophites, qui non-seulement a relevé les couches tertiaires déposées au pied des Pyrénées, mais qui a disloqué en divers points les roches plus anciennes dont étaient formés à cette époque les deux flancs de la chaîne.

La ligne de faîte des Pyrénées se compose de plusieurs parties alignées parallèlement aux principaux systèmes de soulèvement qui en ont déterminé le relief.

Si on trace sur une carte la ligne de faîte des Pyrénées, on voit qu'au lieu d'être rectiligne comme elle le paraît dans son ensemble, elle offre beaucoup d'inflexions ou de sinuosités; c'est une ligne brisée composée de plusieurs parties dont la direction correspond aux principales lignes de soulèvement qui ont influé sur le relief de ces montagnes; ainsi, à partir de la Méditerranée jusqu'aux sources du Tech, l'axe des Pyrénées se compose de deux branches qui se réunissent un peu à l'ouest de Prats-de-Mollo et qui suivent une direction O.S.O. parallèle à celle des vallées longitudinales de la Têt et du Tech; plus loin jusqu'au massif où prennent naissance la Têt et les principaux affluents de l'Ariége et de la Sègre, l'axe suit une direction différente O.N.O., puis de là jusqu'aux sources de l'Ariége il reprend sa première direction O.S.O.; et si l'on analyse ainsi les diverses parties de cet axe, on voit qu'elles sont disposées parallèlement aux divers systèmes de direction indiqués plus haut.

Les principales sommités sont situées aux points d'inflexion de l'axe des Pyrénées.

Il est une autre circonstance qui a déjà été signalée dans d'autres chaînes de montagnes, et que l'on peut observer dans les Pyrénées, c'est que les principales sommités, celles où le plus grand nombre de rivières prennent leur source, sont situées aux points d'inflexion de l'axe de la chaîne ou aux points de croisement de plusieurs systèmes de dislocation; ainsi la Maladetta, la plus haute sommité des Pyrénées, qui fait partie

de la région la plus élevée de la chaîne, est située à l'inflexion la plus forte, et c'est à partir de là que le terrain de transition se trouve reporté sur le versant septentrional de la chaîne.

Disposition circulaire de la ligne de faîte des Pyrénées autour de la vallée d'Arran.

On peut observer qu'à l'est et à l'ouest de la Madeletta, la ligne de faîte des Pyrénées offre une disposition circulaire, et forme, considérée en grand, l'enceinte d'un vaste cirque qui a quelques traits d'analogie avec le cirque de l'Oisans (Alpes occidentales), aujourd'hui célèbre par la belle description qu'en a donnée M. Élie de Beaumont. Le cirque de la vallée d'Arran, dont j'ai essayé d'indiquer la configuration (voir *fig.* 6, *Pl. II*), a un diamètre de plus de 30 mille mètres; la crête qui l'environne forme près des trois quarts d'une circonférence; elle constitue une chaîne circulaire de pics dont l'élévation va en diminuant vers les extrémités; en effet, le mont Crabère et le pic Montarouye ont l'un 2.639 m. d'élévation, l'autre 2.802 (1); tandis que les pics principaux de la partie centrale ont plus de 3.000 mètres d'élévation. Si on fait le tour de cette vaste enceinte, qui a plus de 80.000 mètres d'étendue, on trouve à l'est du mont Crabère le tuc de Mauberme, élevé de 2.900 mètres, puis les sommités situées entre la vallée d'Arran et celle de la Noguera, qui ont de très-grandes hauteurs, quoique je ne puisse pas les indiquer numériquement; ensuite le pic de Rious, élevé de 2.941 mètres; le pic Néthou, la cime principale de la Maladetta,

(1) J'ai pris pour les hauteurs des cimes les nombres indiqués sur la carte géologique de France, ou, à leur défaut, ceux que M. de Charpentier a insérés dans son ouvrage sur les Pyrénées.

haute de 3.404 mètres, formant le point culminant des Pyrénées; un peu plus loin le pic *Poset*, dont la hauteur est, d'après les mesures de MM. Reboul et Vidal, inférieure de 23 toises seulement, ou bien 44 mètres à celle du pic Néthou, ce qui donne 3.360 mètres; puis la cime de Crabioules, élevée de 3.110 mètres; le pic Quairat, haut de 3.089 mètres, et enfin le pic de Montarouye, haut de 2.802 mètres.

Cette crête circulaire, dont l'élévation moyenne est de 2.700 à 2.800 mètres, se confond dans une partie de son étendue avec la ligne de faîte des Pyrénées, et il est à remarquer que les points de séparation coïncident avec des sommets très-élevés, savoir la cime de Crabioules, le pic Néthou et le tuc de Mauberme.

Le cirque de l'Oisans est entièrement formé de granite, mais celui de la Maladetta est bordé dans la plus grande partie de son étendue par une arête granitique; en effet, le granite forme ici une bande continue qui traverse la vallée de l'Essera, et qui s'étend jusqu'à un peu au delà du port par où l'on passe de la vallée d'Arran dans celle d'Esterry, et probablement ce granite se relie en dessous avec celui de Castillon. Il constitue la ligne de faîte des Pyrénées à l'est de la Maladetta; mais à l'ouest, il y a comme une bifurcation, et le granite forme une crête particulière qui a été rompue en un point par une fracture dirigée moyennement du nord au sud; cette fente a divisé le terrain de transition, ainsi que la granite et la formation crétacée; aujourd'hui elle sert de lit à l'Essera.

L'enceinte de la vallée d'Arran, hérissée des pics granitiques les plus élevés des Pyrénées, est

revêtue à l'extérieur et à l'intérieur d'un recouvrement de roches schisteuses de transition, qui forment aussi le fond du cirque, et au travers desquelles se sont frayé un passage les divers cours d'eau qui se réunissent à la Garonne.

Entre le pic Néthou et celui de Crabioules, il y a une dépression profonde, de forme conique, sur les flancs de laquelle on voit des couches de schiste et de calcaire qui recouvrent le granite situé au-dessous; cette dépression présente une disposition cratériforme un peu grossière, échancrée du côté sud pour laisser passage à l'Essera; elle paraît correspondre au vide et à l'affaissement qui a dû se produire, lorsque le granite a été soulevé jusqu'aux trois sommités les plus élevées dans cette région, savoir Néthou, Posets et Crabioules.

Sur le flanc oriental de cette dépression est couché le beau glacier de la Maladetta, et il est remarquable de voir toutes les autres parois où la roche est à nu, tapissées de protubérances dolomitiques, dont la coloration particulière, d'un gris jaunâtre, tranche sur le calcaire blanchâtre au milieu duquel elles sont enchassées. Il paraît que dans cette situation la résistance du terrain était moindre, et que les éjections de la substance magnésifère ont pu se faire jour avec plus de facilité.

Cimes groupées circulairement autour de la vallée de Lavédan.

Souvent dans la chaîne des Pyrénées, les hautes sommités sont groupées ensemble de manière à former des crêtes circulaires; ainsi les cimes les plus élevées qui avoisinent le mont Perdu sont disposées en forme de couronne demi-circulaire autour de la vallée de Lavédan; ce sont le pic de Néouvielle (3.091 mètres), le pic Long (3.193

mètres), le pic de Troumousse (3.086 mètres), le mont Perdu (3.351 mètres), le pic de la Hourquette (3.208 mètres), et enfin le pic de Gaub.

Disposition des sommités qui environnent le pic du midi de Bigorre.

Il est encore un trait d'analogie entre la structure des Pyrénées et celle des Alpes : quelquefois les vallées pyrénéennes présentent une disposition circulaire analogue à celle de la vallée de Chamouni, dans les Alpes ; ce genre de disposition est assez bien marqué dans la vallée de Baréges, qui décrit un long circuit autour de la base du pic du Midi de Bigorre où elle prend naissance. Ce pic offre, mais pour ainsi dire en miniature, une certaine ressemblance avec la disposition que M. Élie de Beaumont a observée au mont Blanc ; il forme en effet une pyramide isolée, environnée de vallées presque de tous côtés ; mais autour s'élèvent de hautes cimes qui sont groupées concentriquement, savoir le pic de l'Espade et les sommités qui dominent Baréges, le pic de Bergons, les escarpements au pied desquels se trouvent Luz et Saint-Sauveur, qui séparent la vallée de Lavedan de celle de Cauteret, et du côté méridional le pic de Montaigu.

Beaucoup de dépressions dans les Pyrénées sont disposées en forme de cirques.

Outre les grands accidents dont je viens de parler, qui consistent en un arrangement particulier des hautes cimes et des crêtes qui les relient, arrangement que l'on peut considérer dans les Pyrénées, de même que dans les Alpes, comme l'un des effets du croisement de plusieurs systèmes de dislocation (on se souvient que dans les lieux cités on observe la direction E.N.E. du système cambrien et la direction O.N.O., qui est propre à la fois au système silurien et au système pyrénéen proprement dit) ; on voit encore fréquemment dans les Pyrénées, au pied des crêtes,

des dépressions entourées d'une enceinte de rochers arrondie ou quadrangulaire et ouverte d'un côté, qui renferment quelquefois un lac à leur centre, et qui sont connues depuis fort longtemps sous le nom de *cirques* : il en est qui, comme le cirque de Gavarnie, sont célèbres parmi les voyageurs à cause de leur aspect pittoresque. On en rencontre dans les différentes parties des Pyrénées et dans des rochers de natures très-diverses : ainsi les flancs du cirque de Gavarnie sont formés d'assises de calcaire crétacé, superposées au terrain de transition. Le cirque que l'on observe près du port de Vénasque et beaucoup d'autres sont situés dans les roches schisteuses du terrain de transition ; mais les plus remarquables se trouvent dans le granite. La bande granitique qui s'étend depuis Troumousse jusqu'à la vallée d'Esterry en renferme plusieurs; j'en citerai un spécialement, qui, je crois, n'a pas encore été signalé, et qui m'a paru l'un des plus remarquables de tous ceux que j'ai vus; c'est le cirque de Gélever, situé du côté de l'Espagne, sur le massif de montagnes qui sépare la vallée d'Arran de celle d'Esterry. C'est une vaste et profonde dépression au milieu d'un massif granitique, de forme circulaire, entourée d'escarpements abruptes qui s'élèvent à une grande hauteur, et qui n'offrent qu'une ouverture étroite par où sort un torrent en se précipitant de rochers en rochers; il faut pénétrer, après une ascension fatigante, au milieu de ce grand amphithéâtre, pour jouir du spectacle imposant et sauvage que présente cette enceinte hérissée de pics nus et décharnés. Le cirque de Gélever, dont le fond est occupé par un lac d'environ 2000 mètres de diamètre, pré-

sente une disposition cratériforme très-bien marquée, mais les parois intérieures de la concavité sont ici très-fortement inclinées. Lorsque l'on promène ses regards sur l'enceinte de cette dépression, on ne peut s'empêcher de la comparer à un cratère de soulèvement dont l'énorme profondeur et les parois escarpées n'ont pu résulter que d'un affaissement instantané, produit au moment où la masse granitique, qui s'était d'abord bombée, s'est abaissée tout d'un coup à son centre, laissant autour d'elle la partie extérieure de la masse qui avait déjà pris un peu de solidité (1). Je pense d'ailleurs que beaucoup des cirques des Pyrénées, et surtout ceux qui se sont formés au milieu de masses granitiques, ont une origine analogue, mais celui de Gélever constitue un des cratères les mieux formés, dont la nature paraît inexplicable dans l'hypothèse de commotions lentes et répétées plusieurs fois, telles que les supposent les partisans des causes actuelles.

De la différence d'aspect que présentent les Pyrénées et les Alpes.

Quand on s'avance de la plaine du Languedoc vers les Pyrénées, on voit le niveau des collines tertiaires s'élever insensiblement, et les couches dont elles sont composées s'appuyer sur les assises calcaires du terrain crétacé. Les vallées transversales coupent dans un sens presque perpendiculaire les formations stratifiées qui constituent les deux versants de la chaîne; mais leur fond est en partie comblé par le dépôt diluvien, disposé sous

(1) C'est la même explication que M. Élie de Beaumont a imaginée en voyant le grand cirque de l'Oisans; je ne connaissais pas son beau travail sur cette partie des Alpes, lorsque je visitai le cirque de Gélever; mais la disposition des lieux me parut si bien caractérisée, que cette idée me vint immédiatement à l'esprit.

forme de terrasses presque horizontales; et le thalveg ou lit des rivières, creusé au milieu de ces terrasses, s'élève insensiblement avec une pente très-douce.

Le voyageur qui arrive au pied des Pyrénées et qui remonte une des vallées n'aperçoit d'abord autour de lui que des collines d'une élévation peu considérable; il pénètre peu à peu, sans fatigue et presque sans s'en douter, au milieu de la région qui est essentiellement montagneuse.

Il n'en est pas de même dans les Alpes centrales, le bassin de la basse Suisse est déjà notablement élevé au-dessus du niveau de la mer; mais, dès que l'on entre dans les grandes vallées, on voit leurs flancs s'élever immédiatement à une hauteur de plus de 1000 mètres au-dessus du lit des rivières, et se hérisser de pics aigus et décharnés; les lacs eux-mêmes où les principaux fleuves versent leurs eaux, tels que les lacs de Genève, de Thun, de Brienne, sont dominés par des cimes escarpées dont la hauteur est telle qu'elles restent couronnées de neige et de glace toute l'année.

Au milieu même du bassin qui s'étend au pied des Alpes, il a surgi des cimes très-élevées formant comme des pyramides isolées de toutes parts, et entourées de lacs, telles que le Righi, le mont Pilate, etc.; mais si l'on s'élève dans les Pyrénées sur une cime qui ne soit pas située tout à fait au centre de la chaîne et d'où l'on puisse découvrir au loin, on voit que toute la portion qui borde la plaine s'abaisse insensiblement et se termine par des mamelons en pente douce qui méritent bien le nom de coteaux. De plus, on remarque que depuis le pied des montagnes jusqu'à une distance

qui varie un peu d'un point à un autre, mais qui est ordinairement plus des deux tiers de la largeur, toutes les sommités ont des formes arrondies, et ne présentent aucune arête saillante, aucune crête aiguë; ce n'est généralement que dans le voisinage de la ligne de faîte qu'on observe des pics pointus, des cîmes escarpées et dentelées.

Dans les Pyrénées, comme dans les Alpes, les forces diluviennes ou erratiques ont contribué puissamment à user et dénuder les pentes des montagnes et les flancs des vallées; mais dans les Alpes la plupart des cimes et des crêtes étaient situées au-dessus de la zone où s'est exercée cette action; elle a été resserrée à l'intérieur des vallées et a dû y laisser des traces profondément marquées; tandis que dans les Pyrénées le phénomène diluvien a embrassé une surface plus étendue, et comme sa puissance d'action est proportionnelle à l'élévation des cimes centrales, et qu'elle diminue en raison de l'étendue de terrain envahi, cette force érosive a dû tracer une empreinte moins profonde sur le fond des vallées.

D'ailleurs bien des causes, telles que la nature des roches, le croisement presque continuel de plusieurs systèmes de dislocation, et enfin l'époque plus récente du soulèvement principal, ont concouru à rendre le relief des Alpes plus accidenté, les pentes de leurs cimes plus escarpées, le spectacle de leurs vallées plus pittoresque et à la fois plus grandiose. Quant à la différence frappante que l'on observe quand on entre dans les vallées alpines ou dans celles des Pyrénées, elle me paraît tenir à ce que depuis le soulèvement principal qui a imprimé aux Alpes centrales leur relief actuel, il ne s'est produit aucun mouve-

ment du sol susceptible de donner lieu à quelque changement dans les niveaux relatifs de la région montagneuse et des plaines environnantes; mais, postérieurement au phénomène qui a déterminé l'élévation des hautes sommités pyrénéennes, et qui a façonné les traits principaux de cette chaîne, il s'est développé un autre phénomène de soulèvement (système des ophites), trop faible dans cette zone pour avoir pu influer sur la masse centrale des Pyrénées et en modifier le relief, mais assez puissant pour relever les couches tertiaires qui s'étaient déposées au pied, et relier ainsi ces montagnes avec les plaines de la Gascogne et du Languedoc par une ceinture de collines disposées en forme de contreforts.

Des roches granitiques dans les Pyrénées.

Comme pendant un voyage dans le nord de l'Europe, j'avais observé en Laponie et en Finlande l'existence de deux granites qui ont fait éruption à des époques différentes, j'ai cherché si dans les Pyrénées il ne serait pas possible de découvrir plusieurs espèces de granites, douées de caractères particuliers, et présentant dans leur gisement des circonstances telles, qu'on doive les regarder comme étant d'âges différents.

Le séjour trop court que j'ai fait dans ces montagnes ne m'a pas permis d'arriver à une solution bien positive de cette question; cependant je vais faire connaître ce que j'ai observé à cette époque dans les Pyrénées et, depuis, en Bretagne, pensant que ces données, jointes à celles que l'on possède déjà, pourront contribuer à éclaircir l'origine des roches granitiques.

On trouve dans les Pyrénées, comme dans la plupart des contrées qui renferment des terrains

primordiaux, des granites à gros grains et des granites à petits grains. Parmi les premiers, il faut en distinguer deux espèces : l'une formée d'éléments moyens, ou quelquefois même petits, au milieu desquels sont répandus plus ou moins abondamment de grands cristaux de feldspath orthose; l'autre espèce, dans laquelle tous les éléments sont de grandes dimensions; alors le mica, de même que le feldspath, est en très-larges lames, et ces deux éléments sont entourés de quartz, qui forme pour ainsi dire le ciment de la masse. Il y a souvent passage entre les diverses espèces de granites, surtout entre l'espèce qui est toute composée de petits grains et celle qui renferme un mélange de gros grains et de petits grains; néanmoins, d'après ce que j'ai observé en plusieurs pays, si l'on considère les granites sous le rapport de la grosseur de leurs éléments, il y a lieu de les diviser non pas seulement en deux, mais en trois espèces.

Nature des éléments qui constituent en général les granites à petits grains et à gros grains.

D'ailleurs il y a lieu de faire d'autres distinctions d'après la nature des espèces de feldspath que renferme le granite; mais il paraît y avoir des analogies générales assez constantes. Ainsi, ayant examiné avec soin divers granites des Alpes, des Pyrénées, de la presqu'île de Bretagne, du massif central de la France, et des granites provenant de la Calabre, que M. Paillette a eu l'obligeance de me donner, j'ai reconnu, 1° que presque toujours les granites à petits grains ou à grains moyens sont composés d'un mélange d'orthose et d'albite; 2° que dans les granites à grands cristaux de feldspath répandus au milieu d'éléments moyens, les grands cristaux sont le plus souvent de l'orthose, et que parmi les éléments moyens

il y a généralement un mélange d'albite et d'orthose; 3° que dans la troisième espèce, qui est toute formée de grands éléments et qui tend fréquemment à passer à la pegmatite, les cristaux de feldspath sont habituellement de l'orthose, surtout dans les granites que l'on trouve en France ou sur les montagnes qui la bornent; mais, dans certaines contrées, l'orthose est remplacé en partie ou en totalité par de l'albite ou par du labrador, en gros cristaux, comme cela a lieu dans certains granites de Finlande; ou bien on a un mélange de grands cristaux d'orthose et d'oligoclase, ainsi dans le granite des Riesengebirge qui séparent la Bohême et la Moravie de la Silésie, dans divers granites de la Scandinavie, des montagnes de l'Oural, et même du Spitzberg (car dans un granite à gros grains de la baie de la Madeleine, qui ressemble un peu au granite à oligoclase de la Silésie, on voit un mélange de cristaux rose d'orthose et de cristaux hémitropes d'un jaune verdâtre qui offrent les caractères de l'oligoclase).

Cependant la présence simultanée de l'orthose et de l'albite paraît caractériser la plupart des granites à grains moyens ou à petits grains; ordinairement l'orthose est plus apparent, mais il n'est pas rare de voir des granites qui paraissent renfermer plus d'albite que d'orthose. D'ailleurs l'association habituelle de l'albite et de l'orthose dans les granites n'a rien qui doive étonner, M. Abische ayant démontré par l'analyse que les feldspaths orthoses même les plus purs et les plus nettement cristallisés renferment toujours une certaine proportion de soude : on conçoit aisément que la soude se soit concentrée dans certaines parties où

elle était plus abondante, et qu'alors elle soit entrée dans la combinaison silicatée qui constitue le feldspath en proportion plus considérable que la potasse, de telle sorte que la forme cristalline ait été changée, et qu'il en soit résulté de l'albite mélangé en proportion plus ou moins forte avec de l'orthose.

Remarques sur la présence de filons de granite à gros grains dans une masse granitique à petits grains ou à grains moyens.

Dans la plupart des régions formées de terrains primordiaux, on peut observer que les grandes masses granitiques sont traversées fréquemment par des filons et des veines d'une espèce de granite présentant un aspect différent, et alors on est conduit naturellement à admettre que le granite qui a rempli les filons ou veines est d'une époque plus récente. Ordinairement ce granite est à gros grains, et c'est à cause de cela que l'on regarde en général les granites à gros grains comme étant plus modernes. Cependant cela n'a pas toujours lieu ainsi d'une manière absolue; par exemple, en Finlande, le granite le plus moderne, à gros grains, est fréquemment accompagné d'une espèce de granite à grains fins, passant à la pegmatite, qui est à peu près du même âge; et souvent dans une contrée on trouve du granite à gros grains ou à grains moyens traversé par des filons de granite à grains fins. J'en ai observé plusieurs exemples dans les Pyrénées (ainsi dans la vallée de Vicdessos, près du cirque de Gélever, etc.), et aussi en Bretagne; mais ces exemples sont plus rares que ceux de granite à gros grains injecté à travers le granite à grains moyens.

Le phénomène de pénétration d'une masse granitique par des filons d'une espèce de granite où la grosseur des grains est différente ne me paraît pas être une preuve suffisante pour permettre d'en

conclure qu'il y a une différence d'âge bien tranchée entre ces deux granites. En effet, pendant le refroidissement de ces masses ignées, il s'est produit nécessairement des fractures par suite d'une contraction, et à travers ces fentes il a dû se faire de nouveaux épanchements de granite, lequel peut différer de la masse déjà en partie solidifiée, soit par la texture et la grosseur des grains, soit par l'abondance et la répartition des divers éléments. Il serait étonnant que le refroidissement et la solidification d'une masse granitique fondue n'eussent pas donné lieu aux effets que l'on observe généralement dans les phénomènes d'éruption plus modernes; ainsi les formations trachytiques, basaltiques ou trappéennes de diverses contrées présentent en beaucoup d'endroits des fentes ou des filons souvent très-étendus en longueur et en largeur, remplis par une roche de même nature que la masse encaissante, mais présentant une texture différente.

Remarques sur l'âge des divers granites de la Bretagne.

Les observations que j'ai faites en Bretagne, et que j'exposerai dans un autre travail, m'ont convaincu que la majeure partie des granites à gros grains de cette contrée (je parle ici de la variété qui présente de grands cristaux de feldspath orthose, répandus au milieu d'une masse à grains moyens ou à petits grains), consiste en un mélange d'orthose et d'albite. Ainsi le granite à grands cristaux de feldspath rose de Lanildut, près Brest, le granite de Rostrenen, de Pontivy, etc., sont de la même époque que les granites à petits grains ou à grains moyens; ils consistent, les uns et les autres, en un mélange d'albite et d'orthose; mais l'albite est en général plus abondant dans les granites à petits grains que dans ceux à gros grains; néanmoins

il ne s'est produit aucun phénomène sédimentaire ni igné entre l'apparition de ces deux sorsortes de granites. Je me suis assuré, en effet, qu'il y a un passage insensible entre eux, qu'il est impossible de leur tracer une ligne de démarcation, et qu'ils sont l'un et l'autre postérieurs au terrain silurien qu'ils ont modifié et au milieu duquel on les voit s'injecter. Il y a eu très-probablement en Bretagne des éruptions granitiques antérieures au système silurien; mais parmi les masses de granite qui composent la surface du sol, je n'en ai jusqu'à présent reconnu aucune qui offre des caractères certains d'antériorité. Mais il y a en Bretagne, outre le granite à gros grains mélangés de petits, que nous venons de citer, une autre variété de granite tendant à passer à la pegmatite, et composé seulement de gros éléments, parmi lesquels on ne voit d'autre espèce feldspathique que de l'orthose. Cette variété est certainement d'un âge plus récent que les deux autres, car elle s'injecte à travers les diorites ou porphyres amphiboliques, qui sont, à n'en pas douter, postérieurs aux deux autres granites, puisqu'on les voit partout en Bretagne y former des filons, des dykes ou des espèces de champignons. D'ailleurs en certaines localités, ainsi aux environs de Pallet et de Clisson, on a la réunion sur un même point du porphyre amphibolique et des deux variétés de granite qui lui sont l'une antérieure, l'autre postérieure, et alors leur relation d'âge est évidente.

Composition des granites dans les Pyrénées.

Dans les Pyrénées il doit aussi s'être produit des éruptions granitiques de différentes époques; mais pendant mon séjour dans ces montagnes je n'ai pu observer sur les masses de granite des preuves incontestables d'une différence d'âge. J'en

ai remarqué plusieurs variétés différentes par leur aspect, par la grosseur de leurs éléments et même par leur composition, mais sans pouvoir préciser exactement leur époque d'apparition.

On trouve dans les Pyrénées les mêmes variétés de granites qu'en Bretagne; la plus commune est à grains moyens ou à petits grains, renfermant une assez grande quantité d'albite mélangé avec de l'orthose, et accompagné de mica noir, brun, ou verdâtre. On trouve aussi du granite à gros grains, présentant de grands cristaux d'orthose répandus au milieu d'éléments moyens où l'on reconnaît de l'albite et de l'orthose : le granite du port d'Oo et plusieurs granites des Pyrénées orientales appartiennent à cette variété. Au port d'Oo les grands cristaux d'orthose sont gris blancs, et dans les Pyrénées orientales ils sont souvent roses. On observe encore une troisième variété, formée uniquement de grands éléments et passant à la pegmatite : elle se compose de larges cristaux d'orthose gris blanc, ou d'un gris bleuâtre, ou quelquefois rosés, associés à de larges feuillets de mica diversement colorés, très-souvent blancs ou verdâtres, plus rarement noirs ou bruns. Très-fréquemment cette variété renferme de la tourmaline noire. Elle ne constitue pas de formation isolée, ni même de masses bien considérables; on la rencontre ordinairement sous forme de larges veines ou de masses irrégulières enchâssées au milieu du granite ordinaire à grains moyens. Comme je n'ai remarqué aucun fait qui pût m'induire à soupçonner une postériorité bien tranchée, je pense que cette variété de granite s'est fait jour en général pendant le refroidissement de la masse principale; mais j'ai observé qu'elle se rencontre un peu plus fréquemment dans le voisinage des

roches calcaires appartenant au lias ou à la craie, que dans celui du terrain de transition; ainsi dans la vallée de Suc, dans celle de Vicdessos, près Lapège, aux environs de Tarascon et en divers points de la vallée de l'Agly.

Il y a encore des variétés particulières de roches granitiques qui ne constituent pas, à la vérité, de masses fort étendues, mais que l'on rencontre fréquemment et qui paraissent quelquefois dériver du granite ordinaire; ce sont : 1° de la syénite renfermant de l'amphibole lamelleuse verdâtre, un mélange d'albite gris blanchâtre assez abondant et d'orthose blanc, ou quelquefois rose, et enfin du quartz gris ordinairement en petite quantité; 2° une espèce de granite analogue à la précédente, mais renfermant au lieu d'amphibole de la chlorite ou du talc verdâtre, tantôt sous forme feuilletée, tantôt avec un aspect fibreux. D'ailleurs dans le même échantillon on trouve quelquefois de l'amphibole et de la chlorite, et il n'est pas rare de voir dans le granite ordinaire le mica remplacé par l'un de ces deux minéraux. Il faut ajouter que l'épidote se trouve parfois disséminée à l'intérieur du granite et mélangée si intimement avec lui qu'elle semble faire partie constituante de cette roche; ainsi près du moulin de Saint-Arnacle, dans la vallée de l'Agly (Pyrénées-Orientales).

Il arrive quelquefois que le granite des Pyrénées présente une texture schistoïde, mais ce genre de disposition, qui est si commun en Bretagne, s'observe rarement dans les Pyrénées et sur de petites étendues.

Il est probable que le phénomène des éruptions granitiques a dû se produire à différentes reprises

dans cette chaîne de montagnes. Nous avons déjà vu que le poudingue de Belver (vallée de la Sègre) renferme des galets de granite; on retrouve fréquemment les éléments de cette roche dans le terrain de transition des Pyrénées.

J'ai observé que parmi les masses granitiques situées au milieu de ce terrain, et principalement dans l'étage inférieur, près l'axe de la chaîne, on en voit qui diffèrent souvent un peu par leur aspect des granites que l'on trouve en contact avec les terrains secondaires, jurassique ou crétacé. On y remarque, comme dans ceux-ci, un mélange d'orthose et d'albite; mais le grain en est ordinairement plus fin, la texture plus serrée, et la présence de masses de granite à gros éléments y est plus rare; elles ont aussi plus de solidité et beaucoup moins de tendance à se désaggréger. D'après cela, je pense que parmi les roches granitiques qui se sont injectées à travers le terrain de transition, il en est d'antérieures au soulèvement principal des Pyrénées, et que le redressement des formations stratifiées les plus anciennes de cette chaîne aura été signalé par l'apparition de roches plutoniques de cette espèce.

Je ferai voir un peu plus loin que l'on ne trouve de sources thermales sulfureuses que dans les masses granitiques qui accompagnent le terrain de transition, et non dans celles qui se trouvent au milieu des terrains jurassique et crétacé : peut-être le voisinage des roches de transition est-il nécessaire à l'existence de ce genre de sources, mais aussi il est possible que leur existence tienne à une certaine différence de nature dans les roches granitiques.

D'ailleurs on peut tirer une autre induction de

la présence des porphyres quartzifères, qui dans la plupart des contrées ont fait éruption à des époques un peu anciennes. Le granite qui constitue la partie supérieure de la vallée d'Ossau, à partir des Eaux-Chaudes, est traversé par des filons de porphyres dont la pâte est d'un gris bleuâtre, et qui renferme beaucoup de cristaux de quartz et d'albite. Ce porphyre quartzifère coupe fréquemment le terrain de transition : ainsi dans la vallée de Cauterets, on en voit plusieurs filons injectés entre les couches de schiste argileux; mais je n'ai jamais remarqué ni entendu dire que ces porphyres aient soulevé le terrain de craie ou pénétré dedans. Si réellement ces porphyres sont antérieurs à la formation crétacée, ce qui est encore incertain, à plus forte raison le granite qu'ils traversent doit être plus ancien. Ce granite est à grains moyens; on y voit beaucoup d'albite mélangé d'un peu d'orthose, d'un gris blanc avec une teinte bleuâtre. Le mica en est noir et brun, accompagné de feuillets talqueux verdâtres et de quelques cristaux d'amphibole.

Cependant une grande partie des masses granitiques des Pyrénées paraît être fort moderne et postérieure au terrain crétacé, comme l'a fait voir M. Dufrénoy; cependant la supposition d'un granite aussi récent paraît anomale et l'on hésite à l'admettre de prime abord. Pour lever tous les doutes, j'ai exploré en beaucoup d'endroits la ligne de contact du granite et du calcaire crétacé, espérant trouver quelque part l'injection de l'un dans l'autre; mais généralement mon attente a été trompée; il est très-difficile d'observer cette pénétration d'une manière bien évidente, quoique l'on voie à l'approche du granite le calcaire deve-

nir peu à peu cristallin, grenu où lamelleux, et quoique l'on voie en divers points s'y développer de la conzéranite. C'est en allant de Vicdessos à Aulus, à l'approche du port de Salleix, que je vis un premier exemple de pénétration du granite au milieu d'un calcaire secondaire, qui forme ici la continuation du calcaire de Rancié, et qui paraît appartenir au terrain jurassique.

Pénétration du granite dans les couches calcaires du lias.

Cet exemple est représenté dans la *fig.* 4, *Pl. I.* Au voisinage du granite, on observe une alternance de bancs calcaires, à structure cristalline, imprégnés de conzéranite et de couches bréchiformes renfermant beaucoup de fragments anguleux de diverses grosseurs de calcaire saccaroïde, tantôt blanc, tantôt noir, englobés dans une masse cristalline ordinairement blanche. Au contact du granite, la plus grande partie du calcaire est bréchiforme et de couleur blanche, saccaroïde. On remarque un petit pic calcaire M qui est entouré presque de tous côtés par le granite; et l'on voit beaucoup de points où celui-ci s'est injecté au milieu du calcaire; sur quelques-unes des veines, le granite est disposé par nodules semblables à ceux que forme souvent la serpentine dans le calcaire. Ici le granite est à grains un peu gros mais généralement désaggrégé; cet effet ne dépend pas principalement d'un commencement de décomposition du feldspath, il consiste plutôt en une séparation mécanique des éléments, qui paraît résulter de ce que cette roche arrivant en fusion au contact du calcaire, a éprouvé un retrait plus vif et plus brusque que dans les circonstances ordinaires.

Pénétration du granite dans le terrain crétacé.

C'est dans les Pyrénées orientales que j'ai pu observer un exemple certain de pénétration du granite dans le terrain crétacé; M. Dufrénoy en

avait déjà cité un près de Saint-Paul de Fenouillet, mais soit que je n'aie pas rencontré le point remarqué par ce savant observateur, soit que des détritus aient recouvert la surface du sol, je n'ai pu voir là de pénétration; mais je l'ai observée d'une manière évidente en visitant la mine de cuivre de Fos, située à peu de distance du bourg de Fos, à deux lieues environ de Saint-Paul de Fenouillet. Cette mine est placée à la jonction du granite et de marnes schisteuses noires qui font partie de l'étage inférieur du terrain crétacé. Là on voit plusieurs filons de pyrite cuivreuse, pauvres, très-irréguliers dans leur allure, présentant la forme d'amandes, cessant tout-à-coup et reparaissant un peu plus loin; ces filons sont en contact avec les marnes schisteuses du côté nord et avec le granite du côté sud. La ligne de contact est très-ondulée et caractérisée par la présence d'une bande de substance stéatiteuse verdâtre, qui est décomposée en plusieurs endroits et changée en une argile savonneuse et très-onctueuse au toucher. Le granite est ici à grains moyens, désaggrégé par places, mais on reconnaît d'une manière évidente, en parcourant l'une des galeries, qu'il s'est injecté au milieu des marnes et qu'il y a lancé de nombreuses veines ramifiées en divers sens. On ne peut donc douter qu'il y ait eu des éruptions de granite postérieurement à la formation crétacée ou du moins à l'étage inférieur de cette formation : l'étage supérieur se trouvant toujours beaucoup plus éloigné du centre de la chaîne, on ne peut observer le contact des roches de cet étage avec le granite; mais il est fort probable que l'apparition des grandes masses granitiques aura coïncidé avec le soulèvement principal des Pyrénées, et comme

les assises supérieures du terrain crétacé ont elles-mêmes été relevées par suite de ce grand cataclysme, il en résulte que le granite doit être considéré comme s'étant fait jour pendant l'intervalle qui a séparé les formations crétacée et tertiaire.

Du métamorphisme dans les Pyrénées.

Maintenant je vais exposer succinctement les principaux faits de métamorphisime que j'ai observés dans les Pyrénées et qui se distinguent par quelques caractères particuliers. Déjà, en décrivant le terrain de transition, j'ai cité un grand nombre d'exemples de métamorphisme; ainsi on a vu que presque partout à l'approche du granite les roches schisteuses deviennent cristallines, et si l'on trace les différentes zones de schistes modifiés ou micacés, on reconnaît qu'elles offrent une disposition concentrique relativement aux masses de granite, et alors la cause directe de cet état cristallin devient évidente.

Métamorphisme des schistes de transition.

Le métamorphisme des schistes de transition pyrénéens a toujours eu pour effet de les rendre feuilletés, micacés et de les transformer en véritables micaschistes, qui ne diffèrent en aucune manière de ces micachistes auxquels on attribue souvent encore le nom de primitifs. On peut s'en convaincre dans presque toutes les vallées des Pyrénées et en examinant beaucoup de cimes qui sont en grande partie formées de mieaschiste. Quelquefois il s'est produit des schistes talqueux, ainsi dans la vallée de Vicdessos, dans celle de Larboust, de Louron et plusieurs autres, mais ce genre de modification est peu fréquent dans les Pyrénées et pour ainsi dire accidentel, tandis que dans les Alpes et dans l'ouest de la France, surtout dans les départements du Morbihan, de la Loire-

Inférieure, du Maine-et-Loire et de la Vendée, les schistes argileux modifiés par le voisinage du granite, deviennent souvent feuilletés, doux, onctueux au toucher et prennent un aspect talqueux ou stéatiteux.

Le métamorphisme des schistes argileux a fréquemment donné lieu dans les Pyrénées à la production des macles, ainsi il est peu de vallées où l'on n'en rencontre dans les schistes; mais ce minéral n'y est qu'accessoire, il est disséminé çà et là dans la roche et constamment subordonné au mica. Les couches maclifères ont ordinairement peu d'épaisseur, bien que dans certaines localités on trouve des cristaux de macles très-nets et très-bien formés. La production de ce minéral a eu lieu sur une échelle infiniment moindre que dans la Bretagne; l'état maclifère n'est qu'accidentel dans les schistes pyrénéens, tandis que dans une partie de la Bretagne et de la Normandie la macle s'est développée dans les schistes et les grauwackes d'une manière aussi constante et aussi abondante que le mica : ainsi dans l'Ille-et-Vilaine et la Manche, on voit autour de certaines bandes granitiques des zones de schiste et grauwacke maclifères qui ont souvent de trois à quatre mille mètres de largeur et sur toute l'étendue desquelles on ne trouverait pas une couche qui ne soit chargée de macles bien reconnaissables, quoique le plus souvent mal formées; tantôt elles sont accompagnées de feuillets micacés, tantôt elles sont seules, néanmoins elles forment le caractère principal et le plus saillant du métamorphisme. Mais dans les roches modifiées que l'on observe un peu au nord de la Loire ou bien au midi de ce fleuve, la cristallisation maclifère a presque disparu pour faire place au

La cristallisation maclifère est beaucoup moins développée dans les Pyrénées que dans la presqu'île de Bretagne.

développement des minéraux micacé et talqueux.

Les schistes métamorphiques des Pyrénées ne renferment pas de staurotide ni de dysthène.

La staurotide, autre minéral produit par voie de métamorphisme de même que la macle, paraît manquer absolument dans les Pyrénées: du moins je ne pense pas qu'on en ait observé quelque part dans ces montagnes. Il en est de même du dysthène, que l'on rencontre comme la staurotide, et souvent avec elle dans les schistes métamorphiques des Alpes et dans ceux de la Bretagne (la staurotide aux environs de Quimper, de Scaer; le dysthène aux environs de Baud et en plusieurs autres lieux du Morbihan).

L'amphibole et le grenat se montrent quelquefois associés au schiste micacé dans les Pyrénées, de même que dans les Alpes et dans l'ouest de la France, mais la présence de ces deux minéraux est beaucoup plus rare dans les schistes cristallins de ces diverses contrées que dans ceux du nord de l'Europe, de la Norwége, Suède et Finlande.

Caractères du gneiss dans les Pyrénées.

Le gneiss, ce membre important des roches stratifiées cristallines ne manque pas tout à fait dans les Pyrénées, mais il n'y constitue pas de formation indépendante tant soit peu considérable : on trouve certaines variétés de granite schistoïde que l'on pourrait confondre avec du gneiss, mais il y a aussi du gneiss qui est très-bien caractérisé, se divisant en larges plaques et offrant tous les caractères des gneiss sédimentaires et métamorphiques; on trouve même près des bords de l'Ariége, un peu au-dessous de Tarascon, des couches de gneiss et de schiste amphibolique associées à des couches de calcaire micacé. Mais fréquemment le gneiss des Pyrénées a été fondu au contact du granite et il s'est développé entre les strates des cristaux un peu gros de feldspath, de sorte qu'il y a

alors une dégradation apparente entre cette roche et le granite. En beaucoup d'endroits une partie du feldspath que renferme le gneiss des Pyrénées paraît y avoir cristallisé après coup, par voie de fusion, tandis que dans les grandes formations de gneiss du nord de l'Europe, le feldspath, le quartz et le mica sont généralement le résultat d'un dépôt, mais leur mode d'agrégation et leur structure cristalline sont dus à une action ignée postérieure.

Beaucoup de minéraux ont cristallisé dans le calcaire par voie de métamorphisme.

Nous venons de voir que les schistes métamorphiques des Pyrénées sont un peu moins riches en cristallisations minérales que ceux des Alpes et de la Bretagne; mais à l'exception des parties septentrionales de l'Europe, il est peu de contrées où le calcaire cristallin renferme autant de minéraux particuliers que dans les Pyrénées; ce sont le mica, le talc, la stéatite, l'amphibole trémolite et actinote, le grenat, l'épidote, la mâcle, la couzéranite, le dipyre, le feldspath albite et le graphite. Tous ces minéraux se trouvent dans le calcaire soit au contact, soit dans le voisinage des masses granitiques, et leur cristallisation dépend évidemment des phénomènes qui ont accompagné l'éruption de cette roche. Parmi ces minéraux, il y en a qui ont dû se former avec les seuls éléments renfermés dans la roche calcaire, c'est-à-dire la silice, l'argile ou silicate d'alumine, la chaux, l'oxyde de fer, etc., alors la présence du granite n'a eu d'autre effet que de développer la chaleur nécessaire à la cristallisation, mais quelques-uns de ces minéraux, tels que le mica, le talc, l'albite, etc., ont pu se former par la combinaison des éléments de la roche calcaire avec des éléments étrangers, amenés en contact avec elle au moment des éruptions granitiques.

La couzéranite est un silicate de bases alcalines et terreuses qui a été observé pour la première fois par M. de Charpentier et que les recherches faites par M. Dufrénoy sur sa composition ont caractérisé comme une espèce nouvelle. Ce minéral est assez commun dans les Pyrénées et n'a été cité nulle part ailleurs : on le rencontre sur presque toute l'étendue de la bande de calcaire liassique qui se prolonge depuis la vallée de Vicdessos jusqu'à l'ouest de Seix; on le rencontre aussi quelquefois sur la ligne de contact du granite et du calcaire crétacé, ainsi dans la vallée de l'Agly (Pyrénées orientales). On ne peut douter que la cristallisation de ce minéral ne soit le résultat d'un phénomène de métamorphisme, car j'ai recueilli aux environs de Vicdessos une coquille fossile dans du calcaire tout rempli de cristaux de couzéranite.

La présence de l'albite au milieu du calcaire doit paraître anomale, je ne l'ai observée qu'en un endroit, c'est dans le calcaire de Rancié; on y voit près l'entrée des mines beaucoup de cristaux blanchâtres, qui offrent les caractères et l'hémitropie de l'albite et qui sont accompagnés de chaux carbonatée lamelleuse, de fer spathique, de fer oligiste et de pyrite de fer. La position de l'albite dans le calcaire et son association avec le gîte de Rancié montrent que la production de cet amas est en rapport avec des actions ignées.

Exemples de transformation du calcaire en dolomie au voisinage de roches granitiques.

Un des cas de métamorphisme les plus remarquables que puisse présenter le calcaire, c'est la transformation qu'il a éprouvée pour passer à l'état de dolomie. Les Pyrénées en offrent des exemples assez remarquables qui, je crois, n'ont pas encore été signalés; je vais ajouter ici quelques

mots à ce que j'ai déjà dit relativement aux dolomies qui tapissent les parois de la dépression cratériforme, située entre le port de Vénasque, la Maladetta et le massif de Crabioules. J'ai dessiné un peu au-dessous de l'hôpital de Vénasque une vue du flanc gauche de la vallée de l'Essera (*fig.* 8, *Pl. II*), qui représente une succession d'assises schisteuses et calcaires, et c'est au milieu de ces dernières que se montre la dolomie, formant çà et là de petites protubérances dont le contour est très-irrégulier. Sur le flanc gauche du port de Vénasque, que l'on franchit pour aller de Vénasque à Bagnères-de-Luchon, on peut étudier tout à son aise et le marteau à la main la disposition qu'affecte la dolomie. J'ai indiqué dans la *fig.* 9, *Pl. II*, la forme singulière des tubercules dolomitiques et la manière dont ils sont enchassés entre les couches calcaires; l'on peut aussi remarquer dans la *fig.* 10, *Pl. II*, que les couches calcaires sont contournées autour de la dolomie.

Il est clair, à la vue de cette disposition, que la substance dolomitique a été formée après coup, et qu'il y a eu injection à la manière des filons à travers les couches qui sont ici presque verticales, et qui ont été forcées de prendre un certain écartement; on voit même, comme c'est indiqué dans la *fig.* 10, des fragments de la roche encaissante, qui sont restés en partie à l'état de calcaire et enchâssés au milieu de la dolomie. Cette roche a conservé en certains endroits quelques indices de stratification dans le même sens que le calcaire; elle est grise ou d'un gris-bleuâtre, mais elle prend une teinte d'un gris-jaunâtre à la surface; elle est formée de lames entrecroisées, présente beaucoup de druses tapissées à l'intérieur de cris

taux de dolomie. Souvent au contact des tubercules dolomitiques, le calcaire environnant, qui est blanc et grenu, paraît avoir éprouvé une espèce de cémentation; il prend alors une structure lamelleuse et semble passer insensiblement à l'état de dolomie; on y voit aussi dans cette situation beaucoup de cristaux de spath calcaire blanc.

L'introduction de la substance magnésifère dans le calcaire paraît ici évidente, et le phénomène a dû se passer avec une certaine violence, de manière à disloquer les couches; mais ici l'observation ne peut aller au delà, on ne peut dire si la magnésie a été introduite à l'état gazeux ou dissoute dans un liquide ou bien à un autre état quelconque.

Ici il n'y a aucune espèce de roche porphyrique; il paraît que la production de cette dolomie est en relation avec la masse granitique de la Maladetta et du port d'Oo. D'ailleurs j'ai remarqué en divers autres endroits, dans les Pyrénées, que le calcaire avait été changé en dolomie près du contact avec le granite; ainsi dans la vallée d'Ossau, un peu au sud des Eaux-Chaudes, s'étend au dessous du granite une masse de calcaire de transition, d'un gris foncé, grenu; près de la ligne de contact, elle est changée en plusieurs endroits en dolomie très-bien caractérisée. La bande de calcaire jurassique qui, depuis la vallée de Vicdessos jusqu'à Aulus, est entourée des deux côtés par le granite, a pris quelquefois l'état dolomitique, ainsi que dans le voisinage des mines de plomb et argent d'Argentières. On voit aussi auprès de Vicdessos le calcaire changé par places en dolomie, c'est à l'endroit où a fait éruption une petite masse de lerzolite, sur le flanc

gauche de la vallée, tout auprès du granite; mais ici la production de la dolomie est plutôt en rapport avec l'apparition de la lerzolite qu'avec celle du granite, et j'ai même trouvé des fragments de cette dolomie empâtés dans la lerzolite. Le calcaire crétacé lui-même est souvent transformé en dolomie au contact du granite; ainsi auprès de Lapège, dans la vallée de Vicdessos, ce calcaire, qui est gris-blanc et compacte ou grenu, est devenu en divers points noirâtre et lamelleux, et je me suis assuré par un essai chimique qu'il s'était changé en dolomie.

Néanmoins le phénomène de la dolomitisation acquiert beaucoup d'extension et prend un caractère de généralité encore plus remarquable, si l'on observe qu'il est en relation non seulement avec les mélaphyres, comme l'a montré M. de Buch, mais encore avec les ophites ou porphyres amphiboliques, ainsi que l'a remarqué M. Dufrénoy, avec la lerzolite et surtout avec les roches granitiques, comme on le voit dans les Pyrénées.

De la transformation du calcaire en chaux sulfatée.

Un autre fait de métamorphisme, presque aussi intéressant que la dolomitisation, c'est la transformation du calcaire en chaux sulfatée ou gypse; dans le premier cas, la modification a consisté en un déplacement de la base, et dans le le deuxième en un déplacement de l'acide; or les acides dont il s'agit possèdent une grande volatilité, tandis que les bases terreuses ne peuvent être sublimées qu'avec difficulté et dans des circonstances qui ne sont pas encore bien connues; il est plus facile de se représenter d'une manière positive le phénomène de sulfatisation que celui de la dolomitisation. Déjà M. Dufrénoy a décrit

avec beaucoup d'exactitude les principales circonstances que présente le gisement des gypses et leur relation avec les ophites; aussi reste-t-il peu de chose à dire sur ce sujet, mais je citerai ici quelques faits que j'ai observés dans le département de l'Ariége, et qui donnent une très-grande probabilité au fait de la transformation du carbonate de chaux en sulfate.

Description des gîtes de chaux sulfatée de l'Ariége.

Les gîtes de chaux sulfatée de l'Ariége, que j'ai eu le plaisir de visiter avec M. François, qui est chargé de la carte géologique de ce département et qui en a étudié la composition avec beaucoup de soin, affectent une disposition toute particulière; ils constituent une bande discontinue, dirigée de l'O. quelques degrés N. à l'E. quelques degrés S., suivant la ligne de jonction du calcaire crétacé de Tarascon et du terrain cristallin, granite, gneiss et micaschiste. Sur la rive gauche de l'Ariége, cette bande crétacée est enclavée de tous côtés au milieu du terrain granitique; sur la rive droite, elle repose du côté nord sur ce terrain et du côté sud sur le terrain de transition; mais les gîtes de chaux sulfatée sont tous disposés suivant la lisière nord du calcaire crétacé, ils se sont produits à la jonction de ce calcaire et du terrain de granite et gneiss. Le long de cette ligne de jonction, le granite n'est pas en contact immédiat avec le terrain crétacé, il en est séparé par une bande épaisse de couches stratifiées et cristallines, à travers lesquelles il s'est fréquemment injecté : ce sont principalement des assises de gneiss bien caractérisé, présentant une succession alternative de strates micacées et de strates composées de quartz et d'un peu de feldspath; le gneiss passe souvent soit au micaschiste, soit au

schiste chloriteux ou amphibolique, et il est remarquable par la présence de couches calcaires qui s'y trouvent intercalées.

Un peu au nord de la ligne de jonction avec le terrain crétacé, les couches calcaires associées au gneiss constituent des masses assez puissantes pour être exploitées, et alors elles fournissent de très-beaux marbres. Une des carrières, située à un peu plus d'un kilomètre au sud d'Arignac, sur la rive gauche de l'Ariége, est digne d'être signalée à cause des relations géologiques qu'on y observe : le calcaire est blanc, très-cristallin, lamelleux, il renferme une très-grande quantité de petits feuillets de mica gris, brun et jaune d'or; il est accompagné de gneiss ordinaire et de gneiss amphibolique. Les couches sont dirigées de l'E. 20° N. à l'O. 20° S. et plongent de 70° au N.O.; elles sont traversées par des filons et veines irrégulières d'un granite particulier très-peu quartzeux, qui est composé en grande partie d'albite et qui renferme en divers endroits de la chlorite verdâtre au lieu de mica. On observe au milieu de ce granite de nombreuses veines d'amphibole verdâtre et d'épidote d'un gris-vert clair : ces deux substances sont quelquefois mélangées si intimement avec le granite, que cette association semble former une roche particulière composée principalement d'albite, d'amphibole et d'épidote.

Revenons maintenant à ce qui concerne la disposition des gîtes de chaux sulfatée : des deux gîtes principaux qui sont exploités sur la rive gauche de l'Ariége, le long du vallon de Saurat, l'un, celui de Bédeillac, est adossé au terrain cristallin; l'autre, celui d'Arignac, se rattache au

calcaire crétacé ; mais sur l'autre rive de l'Ariége, dans le vallon d'Arnave, la bande gypseuse est située entièrement sur le flanc droit du vallon et est adossée au terrain cristallin. Dans cette situation, on pourrait douter si le gypse fait partie du terrain crétacé ou du terrain ancien ; mais lorsque l'on examine les relations géologiques et les caractères des roches, on voit que ce gypse paraît se rattacher au terrain ancien. En effet, il repose immédiatement sur le gneiss et il alterne avec des couches d'un calcaire blanc, lamelleux, micacé et chloriteux, analogue à celui que nous avons vu intercalé dans le gneiss ; et ici les couches calcaires suivent la même direction E. 20° N. De plus, lorsque l'on remonte vers le fond de ce vallon, en suivant la rive droite, on reste toujours dans le terrain ancien composé de gneiss et de calcaire cristallin : dans le ravin qui est près du bourg d'Arnave, ce calcaire présente diverses colorations en blanc, rose, bleuâtre, et constitue diverses variétés de marbres lamelleux, à l'intérieur desquels on remarque du mica et de la chlorite verdâtre, disposée par nids à structure rayonnée ; ici, comme dans la carrière voisine d'Arignac, c'est traversé par des veines de granite albitique. Ainsi le gypse du vallon d'Arnave est entouré de roches schisteuses et cristallines, ce n'est que sur l'autre flanc du vallon qu'on voit paraître les couches marneuses et calcaires du terrain crétacé. Ce gypse paraît donc bien clairement associé au terrain ancien, on y remarque même des fragments empâtés de calcaire chloriteux et micacé ; le gypse lui-même renferme quelquefois de la chlorite et des feuillets de mica, et l'on y remarque une grande quantité de stéatite, tantôt dissé

minée irrégulièrement au milieu de la masse, tantôt disposée de manière à former de petites strates intercalées entre les bancs gypseux; mais on observe aussi la présence de cette substance dans le gypse qui fait partie du terrain crétacé.

Le gypse d'Arnave a conservé en quelques points des traces de stratification, quoique bien faiblement marquées; on y reconnaît un système de division dirigé moyennement de l'E. 15° N. à l'O. 15° S., et plongeant fortement vers le S.E. Ici on ne voit pas d'ophite associée à la masse gypseuse, mais on en trouve à une distance peu considérable, et probablement ici, comme dans la partie occidentale des Pyrénées, la production du gypse aura été en relation avec le phénomène des éruptions ophitiques.

Dans une des carrières d'Arnave on trouve des masses d'anhydrite en larges cristaux rectangulaires, enveloppées de gypse saccaroïde. D'ailleurs le gypse est fréquemment traversé par des veines de chaux carbonatée, cristallisée sous forme de métastatique; et souvent les noyaux de pyrite de fer, qui sont très-abondants à l'intérieur du gypse, ont été transformés, ainsi que l'a observé M. François, en sulfate de chaux légèrement coloré en vert par un peu de sulfate de fer.

Le fait principal qui résulte de l'observation de ces gîtes de gypse, c'est leur association avec des roches calcaires de diverses natures; l'union est si intime que l'on reconnaît, à l'aspect du gypse et des fragments empâtés, la nature du calcaire au milieu duquel il s'est formé. Le gypse se trouve en beaucoup d'endroits sur les deux versants des Pyrénées dans le calcaire crétacé; mais l'association qu'offre la bande gypseuse des environs de

Tarascon, d'une part avec le calcaire crétacé d'Arignac, et d'autre part avec des calcaires cristallins, micacés et chloriteux, accompagnés de couches de gneiss, me paraît démontrer d'une manière bien positive la transformation du calcaire en chaux sulfatée. Ce métamorphisme s'est opéré probablement dans des circonstances simples et faciles à concevoir, par suite d'émanations d'acide sulfurique, soit à l'état gazeux, soit à l'état liquide.

Masses de quartz en relation avec des actions ignées.

Il est une substance que l'on trouve quelquefois associée accidentellement avec les gypses des Pyrénées, mais qui le plus souvent forme des masses indépendantes, dont la production paraît se rattacher à des causes plutoniennes, sans que je prétende qu'elle ait eu lieu par voie de fusion ou de sublimation; je veux parler de certaines masses de quartz qui se présentent avec des caractères tout à fait semblables dans les Pyrénées et en Bretagne, bien que dans ces deux contrées leur origine soit d'époques très-différentes. On les trouve disposées sous forme de massifs coniques, de pyramides, de champignons, ou d'énormes dykes qui forment saillie à la surface du sol sur de très-grandes étendues. En Bretagne, ces masses de quartz se rencontrent soit au milieu du granite, soit dans les schistes ou grès de transition; mais c'est surtout près de la jonction des roches de transition et du granite que ces masses sont abondantes, et le plus souvent elles paraissent être, soit par leur alignement, soit par leur situation, en rapport avec les éruptions granitiques : il y en a peu qui se rattachent aux porphyres, soit quartzifères, soit amphiboliques.

De même dans les Pyrénées la plupart des

masses de quartz semblent être en connexion avec les granites plutôt qu'avec les ophites; d'ailleurs, dans les deux cas, elles se rattachent à des phénomènes semblables, elles ont été produites à la suite de l'apparition de roches plutoniques, et représentent, conjointement avec une autre substance dont nous parlerons tout à l'heure (les minerais de fer), les dernières éjections qui sont sorties du laboratoire souterrain à la suite d'une période ignée.

Les masses quartzeuses les plus remarquables se voient dans les Pyrénées orientales aux environs de Saint-Paul-de-Fenouillet. A la jonction du calcaire crétacé et de la bande granitique qui se trouve au midi de cette ville, on observe une longue file de petits pics pointus qui sont formés de quartz. Cela ne forme pas une bande continue comme un filon, mais une ligne de cônes ou de pitons placés tous au contact du calcaire et du granite, ligne qui s'étend sur 6000 à 7000 mètres de longueur suivant la direction E.-O. Ce quartz n'est point associé à des ophites, du moins je n'en ai remarqué nulle part le long de ces collines, mais il est presque partout accompagné de minerai de fer : le gîte que M. Dufrénoy a décrit sous le titre de minerai de fer de Saint-Martin (1) paraît s'y rattacher.

Cette bande de pitons de quartz va se terminer près de l'extrémité ouest de la gorge étroite où pénètre l'Agly au pont de la Fou. Le fond de la gorge est formé de granite désagrégé avec feldspath rouge, un peu d'albite blanc et du mica

(1) Mémoire sur les mines de fer des Pyrénées (*Ann. des mines*, 3e série, tome V).

verdâtre ; les deux crêtes sont composées de calcaire de la craie : des deux côtés, au contact du granite et du calcaire, on voit des masses de quartz saillir à la surface (*fig.* 11, *Pl. II*); celle qui est située du côté nord se présente comme une pyramide, formée de quartz gris blanc et opaque, très-caverneux, au milieu duquel on remarque une foule de veines carriées et percillées de fer oxydé hydraté, mélangé çà et là de feuillets de fer oligiste. On observe aussi au contact du granite et du calcaire des veines et nodules de fer spathique en partie décomposé et changé en hydrate.

En se prolongeant vers l'est, cette bande quartzeuse est constamment accompagnée de minerai de fer, qui est souvent assez riche pour que l'on ait cherché à l'exploiter, comme c'est arrivé près d'Esquerde. Au-dessus de ce village est une masse de quartz très-considérable (voir la *fig.* 12, *Pl. II*) qui paraît avoir une épaisseur énorme, et qui est hérissée d'un grand nombre de petits pics dentelés; c'est un quartz gris et gris noirâtre, mélangé en certains points d'une substance chloriteuse verdâtre, et renfermant une assez grande abondance de fer oligiste, tantôt sous forme de feuillets disséminés à l'intérieur de la masse, tantôt concentré de manière à former des veines ramifiées dans tous les sens, et aussi en espèces de nids ou rognons peu étendus en longueur, mais ayant une épaisseur de 2 à 3 et jusqu'à 4 mètres. Ce minerai est très-riche dans certaines parties, mais il est trop quartzeux et trop réfractaire pour qu'on puisse le traiter à la forge catalane.

Dans le village même d'Esquerde on voit une pyramide de quartz mélangé de minerai de fer; ici le quartz est remarquable par sa structure bré-

chiforme, on y observe des noyaux blanchâtres enchâssés dans une pâte de quartz gris noir. Tout auprès, à la sortie du village d'Esquerde, du côté sud, on trouve des escavations où l'on exploite du gypse blanc, translucide et souvent presque transparent; il forme une masse peu étendue qui est en contact d'un côté avec le quartz, de l'autre avec le granite.

Les gîtes de minerais de fer des Pyrénées sont disposés par bandes, de même que ceux de la Bretagne.

Le minerai de fer que l'on voit dans cette région associé au quartz forme une bande assez régulière, dirigée exactement de l'est à l'ouest et suivant la ligne de séparation du calcaire crétacé et du granite. Cette disposition rectiligne qui se présente avec une constance si remarquable dans les gîtes de Bretagne est aussi un fait général pour les gîtes des Pyrénées : en effet les gîtes de la vallée de la Têt que M. Dufrénoy a décrits dans un mémoire déjà cité (*Annales des Mines*, 3e série, tome V), forment une bande placée le long de la ligne de contact du granite et des roches schisteuses et calcaires du terrain de transition; cette bande se prolonge depuis les mines de Fillols jusqu'aux environs d'Olette sur une longueur de 10 à 11 kilomètres, en suivant une ligne dirigée de l'E.N.E. à l'O.S.O., parallèlement à la vallée de la Têt.

Les gîtes principaux de l'Ariége présentent aussi une disposition rectiligne, sont placés le long de la ligne de contact du granite et des roches stratifiées et suivent la même direction E.N.E. En effet ces gîtes constituent un groupe très-étendu ou une espèce de longue chaîne dont les mines si importantes de Rancié ne forment qu'un anneau; et il est remarquable que cette bande de minerais suit la limite du granite et de trois formations diffé-

en un filon de 5 mètres d'épaisseur, dans lequel on voit du fer oxydé, hydraté, terreux et noirâtre, mélangé en certains points d'oxyde rouge, former des veines irégulières intercalées au milieu d'une masse d'ophite qui a fait éruption dans le calcaire crétacé. Mais ce minerai et ceux que l'on trouve dans des positions analogues, en connexion avec les ophites, ne sont pas de la même nature que ceux en relation avec le granite, et ne consistent pas en fer spathique et hématites.

Les autres minerais métalliques sont aussi en connexion avec les roches granitiques.

Les autres minerais métalliques que l'on rencontre dans les Pyrénées, tels que minerais de cuivre, de plomb, argent et cobalt, offrent aussi pour la plupart une certaine liaison avec les roches granitiques. Nous avons déjà vu que la mine de cuivre de Fos est au contact même du granite et des marnes crétacées, et la pyrite de cuivre y est associée à ces deux ordres de terrain; le gîte cuivreux de Canaveilles, qui donnait d'abord de belles espérances, mais qui s'est tout à fait appauvri à une certaine profondeur, se trouve à la séparation du granite et des roches calcaires et schisteuses du terrain de transition, de plus la présence du fer carbonaté et d'hématite le rattache aux gisements de minerai de fer. J'ajouterai qu'aux environs de Vicdessos, on trouve souvent, ainsi qu'on l'a remarqué, il y a déjà longtemps, des veines de pyrite cuivreuse et de galène, soit près de la limite du granite, soit dans les points où il s'est fait des injections granitiques; dans le gîte de Rancié lui-même on trouve quelquefois des minéraux de cuivre. Les gisements d'Argentières et de Laquore si riches en plomb carbonaté, l'ancienne mine de plomb de Castelminier et la mine de cuivre des Escanérades, situées aux environs d'Aulus, se

trouvent dans le même calcaire que la mine de Rancié et à une distance peu considérable du granite.

Dans la vallée de Luchon, au pied du port de Vénasque, on a fait des recherches sur des filons de galène argentifère qui se trouvent dans les schistes de transition, mais peu éloignés de la masse granitique de Crabioules. J'ai observé aussi dans la vallée de l'Essera de petits filons et veines de galène dans les schistes et calcaires à travers lesquels s'est fait jour le granite.

Le gisement de cobalt arsénical de la vallée de Gistain, qui a été exploité jusqu'au commencement de la révolution française et qui a donné lieu à des travaux importants, est placé dans des couches de schiste argileux et de calcaire de transition qui reposent immédiatement sur le granite.

On exploite sur le versant espagnol des Pyrénées, au milieu même du granite qui constitue le cirque de Gélever (vallée d'Esterry) et sur le bord du lac qui occupe le centre de ce cirque, des filons de pyrite et de mispickel argentifères, accompagnés d'un peu de pyrite cuivreuse.

Enfin, je rappellerai ici que les pyrites de fer qui, d'après les observations de M. François, paraîtraient renfermer des traces d'or, se trouvent abondamment répandues dans les schistes qui avoisinent les granites; mais on en trouve aussi dans les dépôts sédimentaires en contact avec d'autres roches ignées, telles que les ophites.

Cependant on reconnaît que dans les Pyrénées les substances métalliques, de même que les minerais de fer paraissent être en connexion avec les roches granitiques, tandis qu'en Bretagne les gisements de minerais de plomb, de zinc et d'argent

sont plutôt en relation avec des porphyres amphiboliques : toutefois il paraît y avoir une certaine analogie entre la production des substances métalliques qui s'est faite à la suite d'éruptions de roches plutoniques anciennes, granitiques ou porphyriques et la formation des solfatares, des fumarolles et des sources chaudes contenant de la silice, des alcalis, ou autres substances minérales, formation qui s'opère à la suite des éruptions volcaniques modernes.

Disposition des amas de minerais de fer des Pyrénées près de la surface.

Avant de terminer ce qui concerne les gîtes métallifères, j'ajouterai encore quelques observations relatives à leur disposition et à leur allure. Dans les Pyrénées, de même qu'en Bretagne, les minerais de fer constituent rarement de véritables filons, ce sont plutôt des amas très-irréguliers qui sont intercalés entre les couches et qui se trouvent habituellement à une petite distance de la surface, ne s'étendant pas à une grande profondeur : en effet, les mines des Pyrénées orientales, qui sont groupées autour du massif granitique du Canigou vont évidemment en s'amincissant vers le bas et beaucoup semblent même disparaître à une certaine profondeur. Il en est ainsi du gîte si puissant de Rancié, que l'on a regardé longtemps comme inépuisable; mais les travaux faits dans les parties inférieures et le percement de la galerie Becquey ont démontré son amincissement et ont fait présager la fin de cette exploitation dans un avenir plus ou moins rapproché.

La même disposition, mais encore bien plus prononcée, se remarque dans les amas de minerais de fer de l'ouest de la France, ainsi je ne connais pas de travaux qui aient été à plus de 30 mètres au-dessous de la surface du sol,

et les gîtes qui paraissaient les plus riches et les plus abondants, tels que l'amas d'oxydule et d'alumino-silicate de fer du Bas-Vallon, ou l'amas de fer oligiste de Coatquidam, ceux que d'après la nature et les caractères du minerai on eût regardés comme devant s'approfondir un peu, paraissent s'appauvrir dès une petite profondeur.

Différence d'aspect entre les gisements de minerais de fer des Pyrénées et ceux de la Bretagne.

Mais les gisements de la Bretagne paraissent au premier aspect différer complétement de ceux des Pyrénées, non-seulement par la nature des minerais, puisqu'ils ne renferment pas de fer spathique, mais surtout par la position géologique; et quoiqu'ils appartiennent à une période beaucoup plus ancienne, ils offrent une apparence analogue à celle des minerais d'alluvion, à tel point que l'on a attribué et conservé à ces gîtes le nom et la qualification de minières, tandis que l'on ne peut hésiter à donner le titre de mines aux gîtes des Pyrénées.

Les amas de minerai de fer de la Bretagne se montrent ordinairement à découvert à la surface, et il faut les examiner avec soin pour reconnaître qu'ils sont interposés entre des couches de schiste ou de grès dont l'inclinaison est ordinairement très-forte. Il arrive en général (voir la *fig.* 14, *Pl. II*) que la surface du sol coupe ces amas dans le sens de leur plus grande largeur; il en résulte qu'ils ont été exploités à ciel ouvert à la manière des minières, et qu'on a dû les assimiler à ce mode de gisement. Mais dans les Pyrénées les gîtes ne forment que des affleurements peu étendus à la surface; ils sont enchâssés entre des couches calcaires ou schisteuses qui les recouvrent en partie (voir la *fig.* 13, *Pl. II*), de sorte que l'on a dû y pénétrer par des galeries et les exploiter souterrainement.

Je ne sache pas que l'on ait cherché à rendre raison de cette différence d'aspect, qui a cependant une si grande importance industrielle, et qui a fait appliquer aux gîtes de la Bretagne la législation des minières, tandis que si l'on n'avait eu égard qu'à leur position géologique réelle, on les eût considérés comme des mines. Cette différence me paraît tenir à ce que ces gîtes sont placés au milieu de couches schisteuses, friables et facilement destructibles, ou au milieu de couches de grès qui sont habituellement disloquées et brisées à la surface. Or, le sol de la Bretagne a été soumis pendant la période tertiaire à des causes diluviennes qui se sont étendues sur tout l'ouest de la France, et qui en ont érodé et dénudé la partie superficielle. Les traces de cette action se manifestent partout, soit par l'aspect du terrain, soit par l'état fragmentaire des grès et des schistes, soit par les dépôts argileux et arénacés que l'on trouve si abondamment dans l'ouest de la France et dans toutes les positions possibles, sur le haut des plateaux, sur le penchant des collines et dans le fond des vallées. Cette érosion a dû détruire la superficie des roches de transition et mettre à nu les amas de minerai de fer qu'elles renferment. Il est beaucoup de gîtes de minerai de fer en Bretagne où l'on reconnaît fort bien que la partie supérieure a été remaniée, comme je le montrerai dans les descriptions géologiques de l'Ille-et-Vilaine et de la Loire-Inférieure dont j'ai été chargé. On y voit des fragments de grès quartzeux mélangés de minerai de fer, de cailloux de quartz hyalin, d'argile et quelquefois même de sable. En voyant cet ensemble de matières diverses, on est porté à regarder ces gîtes comme tertiaires;

mais après un examen attentif j'ai reconnu que la partie inférieure de plusieurs de ces gîtes est encaissée entre les roches de transition, et que leur partie supérieure constitue un gisement d'apparence alluvienne, qui résulte d'un remaniement produit à l'époque tertiaire. C'est à cause de cela qu'il est souvent très-difficile en Bretagne de distinguer les gîtes qui se rattachent au terrain de transition de ceux qui sont véritablement tertiaires, et que dans les états statistiques transmis chaque année à l'administration, on voit que certains gîtes ont été qualifiés, tantôt comme gîtes tertiaires, tantôt comme enclavés dans le terrain de transition.

D'ailleurs il arrive quelquefois en Bretagne, surtout dans les régions un peu accidentées, que les gisements de minerai de fer ne se montrent à la surface du sol que sous forme d'indices, de veines intercalées entre les couches du terrain de transition, et alors il faut enlever une assez grande quantité de roche stérile pour les mettre à découvert; il en est même quelques-uns dans lesquels on pénètre par des orifices étroits, et qui sont exploités souterrainement à la manière des gîtes des Pyrénées. Ceux-ci se trouvent dans des roches bien plus dures et plus solides qui ont pu résister aux causes de dénudation diluviennes; d'ailleurs il en est qui, dans les Pyrénées comme en Bretagne, pourraient être exploités à ciel ouvert, si la roche qui les encaisse n'était pas aussi dure et ne donnait pas lieu à des frais d'abattage très-coûteux, tandis que, en raison même de sa dureté et de sa solidité, on peut y faire des excavations immenses, qui se soutiennent d'elles-mêmes pendant un certain temps.

Les mines métalliques des Pyrénées, de même que celles de la Bretagne, ont peu d'étendue en profondeur.

Les mines métalliques des Pyrénées offrent dans leur allure un peu de ressemblance avec celles de la Bretagne; on trouve en effet dans ces deux pays une foule de veines et de filons sans régularité ni sans suite, et même les filons qui présentent un peu de continuité dans le sens de la longueur, et qui ont assez d'importance pour être exploités ne paraissent pas se prolonger très-avant dans le sens de la profondeur. En effet, les exploitations qui ont été établies à différentes époques dans les Pyrénées ne se sont jamais approfondies : les travaux de mines métalliques les plus profonds, ceux du gîte cuprifère de Baigorry n'ont pas été prolongés, d'après M. de Charpentier, à plus de quatre-vingts toises au-dessous du sol de la vallée, et là le filon est devenu fort pauvre. Les travaux des mines des environs d'Aulus, qui sont fort anciens, n'ont jamais été poussés à une grande profondeur : la mine de cuivre de Canaveilles s'est tout à fait appauvrie à une très-petite distance au-dessous de la surface.

Il paraît que les gîtes de la Bretagne, de même que ceux des Pyrénées, ont peu d'étendue dans le sens de la profondeur; en effet, les travaux les plus profonds, ceux de la mine du Huelgoët ne sont qu'à 280 mètres au-dessous du jour et il est incontestable que la richesse du filon a diminué considérablement à mesure que la profondeur augmentait, au point d'inspirer de sérieuses inquiétudes pour l'avenir de l'exploitation; les principaux travaux de Poullaouen et ceux de l'ancienne mine de Pontpéan n'ont pas été poussés au-dessous de 130 mètres, et l'on a reconnu aussi un appauvrissement très-sensible dans ces gîtes.

D'ailleurs, le fait d'une diminution de richesse dans la profondeur n'est peut-être pas particulier

aux Pyrénées, ni à l'ouest de la France; car quand on visite les principales mines métalliques de la France, telles que celles de Viallas, Villefort, Pontgibaud et Chessy, qui se trouvent toutes placées dans des schistes cristallins et au voisinage ou au contact même du granite (ainsi dans une position semblable à celles des Pyrénées) et quand on les compare à celles de l'Allemagne, de Clausthall, Andréasberg, Freyberg, etc., on est étonné de voir que les travaux n'aient été poussés qu'à une si petite distance de la surface. Ainsi les mines de Chessy, qui sont les plus profondes de celles que je viens de citer, ne s'étendent pas au-dessous de 200 mètres, et d'après la disposition du gisement, il est à craindre que cette masse métallique, qui a été si riche en certaines parties ne devienne stérile à ce niveau. Mais jusqu'à ce jour, on ne peut savoir avec certitude, faute de recherches dirigées vers ce but, si la richesse des autres mines ira en diminuant au-dessous des niveaux actuels, ou bien si le peu de profondeur des travaux ne tient pas à la manière dont l'exploitation a été conduite, au peu d'extension qu'elle a reçue et aussi dans quelques cas à la difficulté de l'épuisement des eaux.

Abondance des eaux minérales et thermales dans les Pyrénées.

Je vais terminer ce mémoire par quelques observations relatives aux sources minérales et thermales : il n'est personne qui ne soit frappé, en visitant les Pyrénées, du grand nombre de sources minérales qui jaillissent de ces montagnes et qui possèdent des propriétés chimiques et thérapeutiques incontestables. Dans son intéressant mémoire sur les eaux minérales des Pyrénées, M. Fontan a énoncé un fait géologique remarquable, c'est que « toutes les eaux thermales sulfureuses des Pyrénées jaillissent dans le terrain primitif, et quelquefois à

la limite de ce terrain et de celui de transition. »

Du gisement des eaux thermales sulfureuses.

Je crois que le gisement des sources thermales sulfureuses peut être défini d'une manière plus spéciale et exprimé avec plus de précision en disant qu'elles jaillissent soit du granite, soit des roches de transition, et que presque toujours le point d'émergence est situé près de la ligne de séparation du granite et des roches stratifiées, quelle que soit leur nature, pourvu qu'elles appartiennent au terrain de transition : c'est ce que je vais montrer par une énumération rapide des principales sources sulfureuses des Pyrénées que j'ai visitées en 1841. Si l'on commence par les Pyrénées orientales, on voit que les sources du Vernet sourdent à l'endroit où les couches de schiste et de calcaire reposent sur le pied de la masse granitique du Canigou; les bains d'Arles qui étaient connus des Romains et qui fournissent une quantité d'eau très-abondante, sont dans une position semblable, près de la jonction du granite et des roches schisteuses de transition. Les sources d'Ax, les plus importantes de l'Ariége, dont le nombre est supérieur à 50 et dont la température s'élève jusqu'à 76°, se font jour dans les intervalles qui séparent le granite et le schiste argileux de transition. Les eaux de *Las Caldes*, dans la vallée d'Andorre, sortent de couches schisteuses placées près du granite et traversées par des veines de cette roche. Les sources de Bagnères-de-Luchon, les plus riches de toutes en principe sulfureux, sourdent à la ligne de contact du granite et d'un schiste de transition métamorphique, changé en micaschiste. Les eaux sulfureuses que l'on trouve dans la vallée de l'Essera, presque au pied de la Maladetta, sortent à la séparation du granite et de couches schisteuses et

calcaires transformées par places en dolomie. Dans les Hautes-Pyrénées, les sources de Cauterets et de la Raillère jaillissent du granite, mais tout près de la limite du terrain de transition; celles de Barèges sortent de couches de schiste argileux et de calcaire adossées au granite; les sources de Saint-Sauveur jaillissent aussi à travers des schistes. Dans les Basses-Pyrénées, les Eaux-Bonnes sortent d'un calcaire cristallin, qui ici est un peu éloigné des masses granitiques, mais il peut se trouver du granite à une certaine profondeur au-dessous de la surface. Les eaux chaudes situées à une distance peu considérable des Eaux-Bonnes sourdent à travers le granite, mais très-près de sa jonction avec le calcaire de transition.

Ainsi il résulte de cette énumération des principales sources thermales et sulfureuses des Pyrénées, que leur gisement est ordinairement peu éloigné de la ligne de jonction du granite et des roches de transition, schiste argileux, schiste modifié ou micaschiste et calcaire, et qu'elles sourdent à travers l'une quelconque de ces roches. Il paraît donc que les points de séparation du granite et des roches stratifiées anciennes offrent les conditions les plus favorables à l'émergence de ces sources.

Outre les eaux sulfureuses, les Pyrénées possèdent d'autres sources minérales, salines, ferrugineuses, etc.; mais ces eaux jaillissent dans les parties inférieures des vallées, de roches secondaires, jurassiques ou crétacées, qui viennent s'appuyer sur les terrains anciens. Quelquefois ces sources sont aussi sulfureuses, mais accidentellement; c'est un fait remarquable de voir que le granite et les terrains anciens renferment seuls des sources sulfureuses naturelles que M. Fontan

a su distinguer avec beaucoup de sagacité de celles qui ne deviennent sulfureuses qu'accidentellement, par une réduction des sulfates opérée à la surface du sol ou près de la surface.

Cette association exclusive des eaux thermales sulfureuses avec les terrains granitiques et les schistes anciens est un fait général, et qui a lieu aussi pour d'autres contrées, tandis que les sources salines et autres, même thermales, se rencontrent dans les terrains les plus modernes, tels que le terrain tertiaire des Landes, où se trouvent les sources salines de Dax dont la température est de 60°.

Néanmoins il est singulier que les sources sulfureuses naturelles, qui sont si multipliées dans les Pyrénées, se rencontrent si rarement ailleurs, même dans les régions où se trouvent des terrains granitiques ou des terrains de transition, et où il y a d'ailleurs des sources chaudes.

La Bretagne est dépourvue de sources thermales, quoique sa composition géologique ressemble à celle du massif central des Pyrénées.

On serait porté à croire qu'une similitude dans la constitution géologique du terrain dût entraîner aussi la présence de sources semblables, soit par la nature des substances tenues en dissolution, soit par le degré de thermalité; mais si l'on compare les Pyrénées à l'ouest de la France qui présente des relations analogues de composition, qui est formé de même que le massif central des Pyrénées, de roches de transition traversées par de nombreuses masses granitiques, on doit être surpris de ne trouver dans la presqu'île de Bretagne que des sources ferrugineuses à la température ordinaire, qui sont sans importance, et dont les propriétés thérapeutiques sont presque nulles. Il résulte de là que la nature des roches éruptives et l'âge des dépôts sédimentaires qui les accompa-

gnent ne sont pas les seuls éléments qui influent sur la présence des sources minérales et thermales.

Plusieurs causes me paraissent exercer une action simultanée sur la formation des sources thermales (1); le genre d'accidentation de la contrée, la nature du terrain, l'époque à laquelle ont apparu à la surface du sol les roches éruptives qui sont évidemment en relation avec le gisement des eaux thermales, ou bien l'époque à laquelle a été soulevé le terrain d'où elles sortent.

Des causes qui influent sur l'existence des sources thermales.

Je vais citer quelques faits de l'ensemble desquels semble résulter une certaine dépendance entre le gisement de ces eaux et l'âge des soulèvements qui ont disloqué le sol d'une contrée.

Relation entre le gisement des eaux thermales et l'âge des soulèvements qui ont disloqué le sol d'une contrée.

Les dislocations qu'a éprouvées l'ouest de la France remontent à l'époque la plus ancienne (systèmes du Westmoreland et des ballons des Vosges); un peu plus tard, les lambeaux houillers disséminés à la surface du terrain ancien ont été soulevés; mais on ne connaît dans toute cette région aucune roche éruptive qui se soit fait jour pendant les périodes secondaire et tertiaire. Ainsi cette partie de la France, que l'on peut considérer comme ayant été formée et comme ayant pris son relief pendant la première période géologique, est remarquable par l'absence de toute source thermale.

Les départements du nord de la France, des Ardennes et de l'Aisne, qui renferment des terrains de transition et qui n'ont subi l'influence bien marquée d'aucun phénomène de soulève-

(1) Je parle ici des sources thermales en général, quelles que soient les substances qu'elles tiennent en dissolution, sulfureuses ou non.

ment moderne, ne possèdent pas d'eaux thermales.

Il paraît qu'il n'existe pas non plus de sources de ce genre dans la Suède, la Norwége et la Finlande, quoique ces contrées soient composées essentiellement de schistes cristallins et de granite, mais leur formation et les soulèvements qu'elles ont éprouvés datent d'une époque très-ancienne.

La même observation s'applique à une partie très-étendue de l'est de l'Angleterre.

Mais nous voyons au contraire les Pyrénées et les Alpes soulevées à une époque géologique assez récente, très-riches en sources thermales. Dans le massif central de la France, nous trouvons plusieurs sources chaudes, mais elles paraissent être en rapport avec des phénomènes d'éruption modernes et principalement avec les phénomènes volcaniques qui se sont produits bien longtemps après le soulèvement de cette vaste protubérance.

Dans l'île de Corse, les sources thermales sont nombreuses, et l'on y voit beaucoup d'eaux sulfureuses qui sortent du granite et qui, d'après leur gisement et leurs propriétés, doivent être sulfureuses naturelles de même que celles des Pyrénées : ces sources sont vraisemblablement en rapport avec le soulèvement des îles de Corse et de Sardaigne qui est très-moderne.

Parmi les sources thermales de France, celles qui paraissent se rapporter aux phénomènes de soulèvement les plus anciens sont celles des Vosges; elles sortent les unes du granite (celles de Plombières), les autres du grès bigarré (celles de Bains), mais leur point d'émergence est voisin de la ligne de séparation de ces deux roches. Je ne saurais dire à quel système de dislocation on

peut rattacher ces eaux thermales; néanmoins, d'après leur position, il est probable que le système dont elles dépendent est postérieur au grès bigarré.

Les sources chaudes de l'Allemagne et de l'Italie sont, pour la plupart, de même que celles de France, en relation avec des phénomènes de soulèvement assez modernes. On peut ajouter que les contrées qui ont subi à une époque récente, ou qui subissent encore aujourd'hui l'action de causes volcaniques, possèdent presque toujours des sources chaudes.

Le point de vue sous lequel je considère ce phénomène et la relation que je cherche à établir, entre la présence des sources thermales et l'époque la plus récente à laquelle une contrée a été bouleversée par des causes d'éruption ou de dislocation, ne doivent être considérés que comme une hypothèse qui paraît ressortir de l'examen d'un certain nombre de faits, mais qui demande à être confirmée par des observations plus multipliées. D'ailleurs une relation de ce genre, si elle existe, ne peut avoir qu'une valeur générale et dans des applications de détails elle pourrait conduire à des conséquences inexactes : ainsi le massif des Pyrénées est incontestablement beaucoup plus riche en sources thermales que celui des Alpes, quoiqu'il ait été soulevé à une époque plus ancienne; et dans une même région, dans l'Auvergne par exemple, nous voyons dans le département du Puy-de-Dôme un grand nombre de sources thermales, tandis que dans le Cantal on ne connaît que celles de Chaudesaigues.

Cependant il est curieux de vérifier si le phénomène des sources thermales qui se produit à la

suite des périodes volcaniques ou éruptives ne se manifeste plus après un laps de temps plus ou moins considérable, et si les contrées qui n'ont pas été bouleversées par des actions plutoniennes depuis une époque un peu ancienne sont nécessairement dépourvues de sources thermales. D'ailleurs, pour résoudre cette question de manière à ne laisser aucun doute, il faudrait, si l'on possédait tous les éléments nécessaires, faire un tableau de toutes les sources chaudes, en indiquant les principales circonstances de leur gisement, la nature des roches d'où elles sourdent, la disposition des terrains stratifiés, les phénomènes de dislocation qui les ont infléchis, les roches éruptives que l'on trouve dans le voisinage, et le degré d'élévation des montagnes environnantes.

La température des sources chaudes dépend très-probablement de la chaleur que possèdent les roches d'où elles sourdent; alors il est vraisemblable que dans certaines contrées, ainsi dans les pays où l'action volcanique a cessé depuis peu de temps et dans ceux où elle se manifeste encore maintenant, les eaux qui pénètrent à l'intérieur de la terre ne doivent pas avoir besoin pour devenir chaudes de descendre aussi bas que dans des contrées telles que, par exemple, les environs de Paris, où il y a une épaisseur très-considérable de terrain sédimentaire, et où il ne s'est produit depuis longtemps aucune action ignée.

Peut-être quelques sources dont la température est très-élevée émanent-elles du sein de la terre à l'état gazeux, pour prendre l'état liquide près de la surface, comme cela arrive quelquefois dans le voisinage des volcans; mais il est beaucoup de sources chaudes qui doivent se former par suite

de la pénétration d'eaux superficielles à l'intérieur de la terre. Or si l'on fait abstraction de la nature du terrain, il est facile de voir qu'une région montagneuse semble plus propre qu'un pays de plaines à faire naître ce genre de sources; ainsi leur formation pourrait avoir lieu dans les Alpes ou dans les Pyrénées, par suite de circonstances faciles à concevoir. Considérons, en effet, les sources thermales qui sourdent à Bagnères-de-Luchon, à 610 mètres environ au-dessus du niveau de la mer : cette vallée est dominée par les cimes granitiques de Crabioules, qui ont 3.110 mètres d'élévation. Or supposons qu'à cette hauteur il s'infiltre de l'eau à travers les fentes du terrain; ce point étant élevé de 300 mètres environ au-dessus de la limite des neiges perpétuelles, la température moyenne de l'année doit y être d'environ — 5°, et par suite telle doit être la température des couches supérieures du sol. Si l'on admet un accroissement de température de 1° par 30 mètres, on voit que les eaux en arrivant à la profondeur de 610 mètres au-dessus de la mer ou 2.500 mètres au-dessous de leur point de départ auront pris la température de 78°,3. Mais pour apparaître au jour à Bagnères-de-Luchon, au pied de la montagne, les eaux sont obligées de traverser une assez grande étendue de terrain, et pendant ce parcours elles doivent perdre une partie de la chaleur qu'elles ont acquise; néanmoins comme elles sont soumises à leur point le plus bas à une pression considérable, elles doivent parcourir assez rapidement la distance qui les sépare du point d'émergence, et comme les roches ont une faible conductibilité pour la chaleur, la déperdition ne doit pas être

fort grande, et l'on pourrait alors concevoir que des eaux qui ont acquis une température de près de 80°, conservent 60 et quelques degrés à leur apparition au jour; ainsi la thermalité des sources de Bagnères-de-Luchon, qui ne dépasse pas 66°, pourrait s'expliquer d'une manière assez simple. Mais si l'on faisait le même calcul pour les eaux d'Ax (Ariége), qui ont jusqu'à 76° de température, et qui sont situées au pied de cimes dont l'élévation est de beaucoup inférieure à 3.000 mètres, on voit que pour rendre compte de leur degré de thermalité, il serait nécessaire de supposer que les eaux descendent au-dessous du niveau de la vallée de l'Ariége, pour remonter ensuite au point où on les voit émerger. D'ailleurs ce n'est pas dans le voisinage des cimes les plus élevées que jaillissent les sources les plus chaudes; et les eaux de Bagnères-de-Bigorre, par exemple, qui sourdent dans la vallée de l'Adour, à une distance un peu grande de la ligne de faîte et du pic du Midi, la haute cime la plus voisine, ont cependant une température supérieure à 80°. On peut encore citer les sources de Dax, qui sont à 60° et qui jaillissent dans un pays de plaine, et en un point déjà éloigné des Pyrénées. Conséquemment, si la présence de montagnes élevées autour d'une vallée semble favoriser la formation de sources thermales, cette cause est loin d'agir seule, et peut-être n'est-elle que très-minime ou même presque nulle, comparativement à l'influence des phénomènes plutoniques, d'éruption ou de dislocation qui ont agité le sol à une époque plus ou moins récente et déterminé le soulèvement des montagnes ou des divers accidents que présente le relief d'une contrée.

NOTE

Sur le tympan de Lafaye, employé comme machine soufflante par M. l'oberverweser Franz Rischner, à l'usine d'Hammerau (Bavière);

Par M. L.-P. DEBETTE, Élève-Ingénieur des mines.

M. le conseiller autrichien Débreczeny employa le premier le tympan de Lafaye comme machine soufflante, à Vaida Hunyad, en Transylvanie, et en donna la description dans les comptes rendus pour 1841, de la sociéte industrielle de la basse Autriche.

Ayant eu connaissance de cette machine, M. Franz Rischner en fit aussitôt construire une petite de $0^m,876$ de large et d'autant de diamètre, avec trois cloisons en tôle.

Les résultats furent très-satisfaisants, et l'on put, avec 9 tours par minute, obtenir un courant d'air qui sortait par une tuyère de $0^m,006$ de diamètre, sous une pression de $0^m,268$ d'eau, sans donner lieu à aucune oscillation sensible de l'eau contenue dans la bâche où se mouvait le tympan.

Cette petite machine est encore en activité, et alimente un feu de chaufferie pour petits fers, et 3 feux de maréchaux.

Encouragé par ces résultats, M. Franz Rischner fit alors construire un nouveau tympan (re-

présenté dans la planche *III*) de 2^m,63 de diamètre, et composé de deux compartiments contigus de 1^m,17 de large chacun, ce qui fait une longueur totale de 2^m,34. *a*, *b*, *c*, sont les trois joues du tympan; deux d'entre elles *b* et *c* sont percées en leur centre d'ouvertures circulaires de 3′ de diamètre.

Les joues *b* et *c* sont reliées à l'axe *d* par les bras *e*, *e′* (*fig.* 7). La joue *a* est également fixée par des boulons à une pièce en fonte *f* (*fig.* 8) assujettie sur l'axe *d* par des cales en bois *g*, *g*.

i, *i*, sont les tourillons avec leurs coussinets supportés par les piliers *l*, *l′*. Le tourillon *i* de l'axe moteur vient s'assembler à l'axe *d* du tympan, après avoir traversé une boîte à étoupes *k* (*fig.* 6), qui sert à empêcher l'eau de sortir de la bâche *m*, où elle doit être maintenue exactement à la hauteur de l'axe du tympan.

h est le cylindre par lequel l'air s'échappe du tympan pour pénétrer dans la caisse à vent λ, dans laquelle on peut entrer à l'aide du trou d'homme *p*.

La caisse à vent λ communique à sa partie inférieure avec la bâche *m* par l'ouverture *r* pratiquée dans la cloison verticale *n*, de sorte que l'eau s'y élève au même niveau.

Les supports *q*, des cloisons en tôle *s*,... sont en bois de chêne et fixés sur les joues en bois *a*, *b*, *c*, à l'aide de vis également en bois le long de courbes tracées sur ces joues comme il est indiqué *fig.* 5.

Les cloisons en tôle *s*,... sont fixées par des vis à bois sur les supports *q*,... et mastiquées avec un lut imperméable à l'eau; en outre, elles sont recouvertes à leurs extrémités par des lisières en bois *t*,... chevillées sur les joues *a*, *b*, *c*.

u sont les barres en bois, et *u'* les tirants en fer qui relient tout l'appareil.

v sont les pilotis qui supportent les deux lits de charpente en bois *w*, *x*, sur lesquels repose toute la machine.

Le cylindre *h* est figuré plus en grand avec tous ses détails d'assemblage dans les *fig.* 10, 11, 12 et 13.

h est assemblé sur la joue *c* à l'aide des boulons α, et se meut librement dans l'intérieur d'une ouverture circulaire pratiquée dans la paroi *n* qui sépare la caisse à vent λ de la bâche *m*.

Un anneau en fonte β est assujetti sur la paroi *n* à l'aide des vis γ, et un autre anneau δ est aussi fixé sur le cylindre *h* à l'aide des vis η. Cet anneau δ tourne dans un anneau concentrique χ fixé à la paroi *n* par la potence μ. Un godet à huile et un trou qui traverse χ permet de faire arriver constamment un peu d'huile de hêtre entre les surfaces de frottement. Enfin, les deux anneaux β et χ sont reliés entre eux par un cylindre en cuir φ recouvert d'une couche de caoutchouc et serré par deux anneaux à charnières ρ, ρ, qui se ferment à l'aide des vis τ, et sont fixés sur β et χ comme on le voit *fig.* 10, 11, 12 et 13.

Enfin, pour diminuer le frottement et soulager la potence μ, l'anneau χ se trouve équilibré par le contre-poids *z*, *fig.* 4.

Le frottement occasionné par ce mécanisme s'éleva le premier jour de la mise en activité à $\frac{1}{10}$ de la force développée, et diminua bientôt, par suite du poli qu'acquirent les surfaces frottantes, au point de pouvoir être négligé, comme le montrent plusieurs expériences faites après 5 mois de service.

La perte d'air s'éleva, comme nous le verrons ci-après, à 55,6 p. o/o.

Voici comment M. Rischner détermine la perte en air (voir *fig.* 9).

La largeur d'une des trois cloisons en tôle de chaque compartiment étant représentée par L, le diamètre AB par D, la distance Ab par w, et la pression de l'air par une colonne d'eau h, on a pour la quantité d'air théoriquement lancée par chaque révolution du tympan double :

$$q = 3 \times 2L \times Akeb,$$

$$Akeb = w . \text{arc } gm,$$

$$\text{arc } gm = \pi ig \times \frac{180° - \text{arc sin} \frac{h}{\frac{1}{2} ig}}{360°};$$

et

$$ig = D - \frac{5}{2} w.$$

d'où

$$q = 3 \times 2L \times w\pi \left(D - \frac{5}{2} w\right) \times \frac{180° - \text{arcsin} \frac{2h}{\left(D - \frac{5}{2} w\right)}}{360°}.$$

et si l'on désigne par n le nombre de révolutions par minute, la quantité d'air lancée pendant ce temps sera :

$$Q = nq = 3n \times 2L \times w\pi \left(D - \frac{5}{2} w\right) \frac{180° - \text{arc sin} \frac{2h}{\left(D - \frac{5}{2} w\right)}}{360°}$$

Dans une série d'expériences, où l'air sortait par deux tuyères demi-rondes de 8,35 centim. carrés chacune à leur embouchure, on avait :

$$n = 5\frac{1}{2};$$
$$L = 1^{m},17;$$
$$w = 0^{m},243;$$
$$D = 2^{m},63;$$
$$h = 0^{m},608;$$

et

$$Q = 3.5\frac{1}{2}.2,34.\pi.0,243\left(2,63 - \frac{5}{2}.0,243\right)\frac{180^{\circ} - \text{arc sin}\dfrac{2.0,608}{2,63 - \frac{5}{2}.0,243}}{360^{\circ}}$$

$$= 18,975\,\pi.\frac{180^{\circ} - \text{arc sin}\dfrac{1,216}{2,0225}}{360^{\circ}} = 26^{m.c.},930.$$

Dans une autre série d'expériences où

$$n = 2\frac{3}{4},$$

et $h = 0^{m},39$,

on a

$$Q = 3.2\frac{3}{4}.2,34.\pi.0,243\left(2,63 - \frac{5}{2}.0,243\right)\frac{180^{\circ} - \text{arc sin}\dfrac{2.0,39}{2,63 - \frac{5}{2}.0,243}}{360^{\circ}}$$

$$= 9,4888\,\pi.\frac{180^{\circ} - \text{arc sin}\dfrac{0,78}{2,0225}}{360^{\circ}} = 13^{m.c.},500$$

La vitesse de $5\frac{1}{2}$ tours par minute est une limite maximum pour le tympan ci-dessus décrit, car pour une vitesse de rotation supérieure, l'eau de

la bâche *m* se mit à osciller, et par suite de la forte pression de l'air, une partie de celui-ci s'échappait en bouillonnant au travers de l'eau.

La machine soufflante est mise en mouvement par une roue hydraulique à augets de $4^m,68$ de diamètre, et la chute totale de l'eau est de $3^m,51$. La charge sur la vanne est de $1^m,17$. Voici les résultats de quelques essais.

I. Pour alimenter 2 feux d'affinerie avec chacun une tuyère de 8,35 centim. carrés et une pression de $0^m,608$ d'eau dans la caisse à vent, l'ouverture de la vanne était de $0^{m.\,car.},0980$, et le tympan faisait $5\frac{1}{2}$ tours par minute.

II. Pour alimenter deux feux d'affinerie, ayant chacun une tuyère de 8,35 centim. carrés avec une pression d'air de $0^m,39$ d'eau, l'ouverture de la vanne était de $0^{m.\,car.},0495$, et le tympan faisait $2\frac{3}{4}$ tours par minute.

III. Pour alimenter un des feux du n° II avec une pression d'air de $0^m,39$ d'eau, il fallut dépenser exactement la moitié de l'eau nécessaire dans le cas précédent.

Si d'après les nombres ci-dessus, on calcule la force motrice, en admettant que la roue hydraulique rende 75 p. 0/0 d'effet utile, on trouve :

Dans le cas n° I, 12 chevaux;
— n° II, 6 chevaux;
— n° III, 3 chevaux.

D'autres expériences faites avec la même dépense d'eau, donnèrent les résultats suivants :

1° Nombre des rotations du tympan par minute, le trou de l'homme étant ouvert, la bâ-

che *m* étant remplie d'eau jusqu'à l'axe du tympan et le cylindre *h* étant relié à la cloison *n* par le système décrit plus haut = 9;

2° Nombre de rotations du tympan par minute, dans le cas précédent, le système de liaison entre *h* et *n* étant supprimé = 9;

3° Nombre de rotations du tympan par minute, dans le cas précédent, la bâche *m* ne renfermant pas d'eau = 30.

On voit donc que la liaison de *h* et *n* ne donne lieu à aucun frottement notable comme nous l'avons indiqué plus haut.

Dans le cas n° I, si on n'alimente que la tuyère du feu le plus rapproché du tympan, la pression de l'air monte à 0^m,68 d'eau, et la roue hydraulique ne fait plus que 4 $\frac{1}{2}$ tours par minute; si on n'alimente que la tuyère du second feu situé à 15^m environ du tympan, la pression de l'air s'élève à 0^m,73, et la roue hydraulique ne fait plus que 4 tours par minute.

Il est facile de calculer la quantité d'air réellement lancée par la machine. Prenons, par exemple, le cas du n° II, où l'air est préalablement porté à une température de 200° centigrades dans un appareil à tuyaux, avant d'être lancé dans les feux d'affinerie. Soit :

h, la pression du vent = 0^m,39 d'eau;

g, l'espace parcouru en une seconde par un corps tombant dans le vide sans vitesse acquise = 9^{m}81;

b, la hauteur barométrique à Hammerau, à 12°, = 10^m,36 d'eau;

β, le coefficient de contraction à la sortie de l'air par les tuyères = 0,96;

t, la température de l'air aux tuyères $= 200°$;

α, le coefficient de dilatation de l'air pour 1° centigrade $= 0,00366$;

δ, la densité de l'air atmosphérique par rapport à l'eau sous la pression de $10^{m},33$ d'eau $= 0,0013$;

δ', la densité de l'air sortant des tuyères sous la pression $b + h$ et à la température $t = 200°$;

e, l'aire de l'embouchure de l'une des tuyères $= 0^{m.\,car.},000835$.

on a

$$\delta' = \delta \times \frac{1}{1+\alpha t} \times \frac{b+h}{10,33}$$

$$= 0,0013 . \frac{1}{1+0,00366.200} \times \frac{10,36+0,39}{10,33} . = 0,000780$$

et pour la vitesse de sortie de l'air :

$$V = \sqrt{2gh.\frac{1}{\delta'}} = \sqrt{\frac{19,62.0,39}{0,00078}} = 99^{m},16 \text{ par sec.};$$

et par conséquent la quantité d'air sortant par les tuyères, par minute, à la température $t = 200°$ et sous la pression $b + h$ est :

$$Q = 2.60.\mu.V.E = 2.60.0,96.99,16.0,000835 = 9^{m.c.},540$$

pesant $1000\,Q\,\delta' = 1000.9,540 \times 0,00078 = 7^{k},15$;

en ramenant cet air à la température ambiante $t = 12°$ et à la pression $b = 10^{m},36$ d'eau, on a :

$$Q' = Q.\frac{1+\alpha t_0}{1+\alpha t} \times \frac{b+h}{b}$$

$$= 9,540.\frac{1+0,00366.12}{1+0,00366.200}.\frac{10,36+0,39}{10,36}$$

$$= 5^{m.c.},967 \text{ par minute.}$$

D'un autre côté, en 14 heures, on obtient dans les deux feux d'affinerie 616 kilogr. de fer en barres, avec un calo de 12 p. o/o, et avec une consommation de $1^{\text{stère}},600$ de charbon tendre, pesant 180 kil. le stère, par quintal métrique de fer obtenu, ce qui fait par minute $0^{\text{st.}},0117$ ou $2^{\text{k}},112$ de charbon pour les 2 feux, et $1^{\text{k}},056$ par feu et par minute.

Or, 1 kil. de charbon exigeant pour sa transformation en oxyde de carbone 5 kil. d'air, $1^{\text{k}},056$ en exigeront $5^{\text{k}},28$ ou $4^{\text{m.c.}},50$, ce qui correspond exactement avec le nombre trouvé ci-dessus par le calcul.

La quantité d'air théoriquement lancée étant de $13^{\text{m.c.}},500$, la perte est de 55,6 p. o/o.

D'après ce qui précède, l'effet utile, calculé d'après la quantité de vent lancée, sera égal à

$$1{,}768 \times \frac{1}{1 + 0{,}00366.200} \times \frac{10{,}36 + 0{,}39}{0{,}39} \times 0^{\text{k}},15$$

$= 0^{\text{ch. vap.}},80$ ou $\frac{0{,}80}{3} = 27$ p. o/o du travail moteur, abstraction faite des résistances dues au frottement de l'air dans les tuyaux de conduite; de sorte que l'effet utile réel est notablement supérieur au résultat que nous venons d'obtenir.

La régularité du vent ne laisse rien à désirer.

L'appareil a fonctionné jour et nuit sans interruption pendant 6 mois, et sans aucunes réparations.

Enfin, le prix de revient total de la machine avec tous ses accessoires, y compris la pose, ne s'est élevé qu'à 2,500 francs, et encore faut-il remarquer que toutes les matières de construction, entre autres 17 quintaux de tôle, 12 quintaux de fonte, et 8 quintaux de fer forgé, ont été achetés

dans le commerce au prix courant, et que la plupart des usines pouvant produire ces objets en tout ou en partie, le prix de revient se trouverait notablement abaissé.

En ce moment, cet appareil alimente à la fois deux feux d'affinerie allemands, un foyer pour l'étirage du petit fer, et une forge de maréchal.

NOTE

Sur des résultats d'essais comparatifs entre trois modes de tirage à la poudre;

Par M. FOURNET.

Dans l'intérêt de la conservation de la vie des ouvriers, M. Combes, ingénieur en chef des mines, le premier, a fait connaître les avantages de l'emploi des fusées de sûreté anglaises (savety fuses) sur les anciens procédés pour le tirage des rochers à la poudre.

Cet ingénieur a décrit la méthode anglaise successivement dans différents mémoires et rapports (*Annales des mines*, 3[e] série, tome V, p. 348; tome X, p. 348; tome XIII, p. 319), et tout récemment encore dans son Traité de l'exploitation des mines, tome I, p. 246.

Quelques essais, relatifs à cette nouvelle méthode, ont eu lieu sur différents points de la France, dans des travaux de mines et carrières; ils sont cités dans un mémoire de M. Lechâtelier (*Annales des mines*, année 1843, p. 3). Nous renvoyons le lecteur aux différents articles écrits par MM. Combes et Lechâtelier pour les détails intéressants qu'ils renferment; nous nous contenterons de donner ici le résultat pratique de nos expériences, qui ont servi à former notre opinion.

Nos essais ont eu pour but de mettre en présence, dans des circonstances tout à fait semblables, trois méthodes; de les comparer entre elles et de reconnaître les meilleures.

Ces méthodes sont :

1° L'ancienne avec le bourroir et l'épinglette en fer ou en cuivre ;

2° La nôtre dont le bourroir présente une forme particulière ;

3° Celle relative à l'emploi des fusées de sûreté anglaises de MM. Bickford, Smith et Davey, destinées à remplacer l'épinglette et l'amorce.

Nous avons groupé le résultat de nos expériences dans trois tableaux, A, B, C, formant trois séries distinctes.

Nous nous sommes attachés à faire ces essais sur les points où les terrains connus par des travaux d'exploitation présentaient la plus grande régularité, afin d'obtenir les mêmes circonstances d'abattage pendant les différentes séries d'expériences ; ces trois séries ont eu lieu avec les plus grands soins, dans le terrain constituant le grès houiller, connu sous le nom de *roc* ; la stratification s'est présentée constamment la même sans le moindre changement d'allure.

La première expérience s'est faite dans une galerie à travers bancs de de 1^m,90 de largeur sur 1^m,50 de hauteur ; la roche, très-sèche, offrait une inclinaison de 35° du nord au sud.

Les ouvriers mineurs avaient reçu l'ordre de procéder, pour l'emploi des deux premières méthodes, de la même manière qu'ils l'avaient fait jusqu'à présent : quant à la troisième, ils devaient se conformer à la recommandation spéciale d'employer, pour la même profondeur de trou de mine, un tiers de moins de poudre.

En jetant un coup d'œil sur le tableau A, représentant la première série d'expérience, on re-reconnait les dépenses suivantes pour une galerie à travers bancs de 5 mètres d'avancement.

TABLEAU A. — FOSSE LA RENAISSANCE. — *Galerie à travers bancs, au niveau de 150 mètres.*

DATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE.					DATES.		2° MÉTHODE DE M. FOURNET.					DATES.		3° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté.				
		Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.			Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.			Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
1844. Avril.	17	4	7	2	»	»	Avril.	27	4	10	»	»	»	Mai.	8	4	10	»	»	»
	18	4	7	1	»	»		29	4	7	»	»	»		9	4	8	»	»	»
	19	4	10	4	»	»		30	4	7	»	»	»		10	4	6	»	»	»
	20	4	10	3	»	»	Mai.	1	4	10	»	»	»		11	4	6	1	»	»
	22	4	8	2	»	»		2	4	6	»	»	»		13	4	6	»	»	»
	23	4	10	4	»	»		3	4	12	»	»	»		14	4	9	»	»	»
	24	4	10	5	»	»		4	4	10	»	»	»		15	4	6	»	»	»
	25	4	9	3	»	»		6	4	»	»	8	»		16	4	6	»	»	»
	26	4	10	2	9k.	5m.		7	4	10	»	»	»		17	4	9	»	»	»
	»	»	»	»	»	»		»	1	»	»	9k.	5m.		18	4	6	»	8k,50	5m.
Totaux.		36	81	26	9k.	5m.	Totaux.		37	72	»	9k.	5m.	Totaux.		40	72	1	8k,50	5m.

Première méthode.

	fr. c.	fr. c.
36 journées d'ouvriers à 2fr.,50 l'une. .	90,00	108,90
9 kil. de poudre à 2fr.,10, en comprenant dans ce prix celui de deux feuilles de papier pour cartouches.	18,90	

Deuxième méthode.

	fr. c.	fr. c.
37 journées d'ouvriers à 2fr.50.	92,50	111,40
9 kil. de poudre à 2fr.,10.	18,90	

Troisième méthode.

	fr. c.	fr. c.
40 journées d'ouvriers à 2fr.,50.	100,00	121,45
8kil,50 . de poudre à 2fr.,10.	17,85	
36 mètres courants de fusées de sûreté à 10 cent. l'un.	3,60	

Ce premier essai ne se présentant pas en faveur des fusées de sûreté, sous le rapport économique, nous a paru avoir été mal exécuté de la part des ouvriers; effectivement, après renseignements pris, nous avons reconnu que, cédant à la routine, malgré les recommandations faites, ils avaient employé autant de poudre pour chaque coup de mine, lors de l'emploi des fusées de sûreté, que s'ils eussent constamment travaillé par la méthode ordinaire.

Dans ce cas, la dépense en poudre devait être forcément, à peu de chose près, la même pour les trois modes, puisque l'expérience a fait reconnaître aux personnes qui se sont occupées de la question d'abattage des rochers à la poudre, que pour une profondeur de trou donnée et bien appropriée au volume de roche à faire sauter, une quantité de poudre en plus ne donne jamais un résultat supérieur, et que celle en moins produit toujours un effet utile plus faible.

Afin de remédier à l'inconvénient qui vient d'être signalé, les essais relatifs aux tableaux suivants, B et C, ont eu lieu sous la surveillance immédiate et constante d'un chef ouvrier chargé de distribuer, pour chaque coup de mine, la poudre et les fusées; il avait en outre mission de veiller à ce que ces essais fussent exécutés dans les mêmes circonstances, et toujours par les mêmes ouvriers.

Lors des expériences relatives aux fusées de sûreté, on a constamment employé, pour la même profondeur de trou de mine et le même volume de rocher à détacher, un tiers moins de poudre que lors des séries des expériences relatives aux deux autres méthodes.

8

TABLEAU B. — FOSSE LA RENAISSANCE. — *Galerie à travers bancs, au niveau de 196 mètres.*

DATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
1844. Mai.	6	4	9	»	»	»
	7	4	7	3	»	»
	8	4	10	2	»	»
	9	4	10	4	»	»
	10	4	»	»	»	»
	11	4	9	2	»	»
	12	4	8	3	»	»
	13	2	5	1	»	»
	14	2	5	»	»	»
	15	4	9	5	»	»
	16	4	9	3	13k,75	3m.
Totaux.		40	81	23	13k,75	3m.

DATES.		2° MÉTHODE DE M. FOURNET. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
Mai.	17	4	8	1	»	»
	18	4	5	»	»	»
	20	4	10	2	»	»
	21	4	7	2	»	»
	22	4	4	»	»	»
	23	4	10	1	»	»
	24	4	6	1	»	»
	25	4	6	1	»	»
	26	4	9	1	»	»
	27	2	8	1	»	»
	28	1	4	»	13k.75	3m.
Totaux.		39	77	10	13k,75	.

DATES.		3° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
Mai.	29	4	8	»	»	»
	30	2	3	»	»	»
	31	4	10	»	»	»
Juin.	1	4	11	»	»	»
	2	4	11	»	»	»
	3	2	4	»	»	»
	4	2	4	»	»	»
	5	2	5	»	»	»
	6	4	10	2	»	»
	7	4	10	»	»	»
	»	»	»	»	11k.	3.
Totaux.		32	76	2	11k.	3m.

Le tableau B représente l'expérience faite dans une galerie à travers bancs de 2m,60 de largeur sur 2m,30 de hauteur; les terrains, parfaitement secs, d'une dureté moyenne et d'une grande homogénéité, présentaient une inclinaison de 38 degrés.

Les résultats obtenus pour 3 mètres d'avancement sont les suivants :

Première méthode.

		fr. c.	fr. c.	fr. c.
40 journées d'ouvriers.	à	2,50.	100,00	128,88
13k,75 de poudre. . . .	à	2,10.	28,88	

Deuxième méthode.

		fr. c.	fr. c.	fr. c.
39 journées d'ouvriers.	à	2,50.	97,50	126,38
13k,75 de poudre. . .	à	2,10.	28,88	

Troisième méthode.

		fr. c.	fr. c.	fr. c.
32 journées d'ouvriers.	à	2,50.	80,00	
11 kil. de poudre. . . .	à	2,10.	23,10	105,70
26m courants de fusées.	à	0,10.	2,60	

On reconnaît que les deux premiers procédés donnent, à peu de chose près, le même résultat, et que le troisième, celui des fusées de sûreté, procure une économie de 20 p. 100 sur la main d'œuvre; de 17 p. 100 sur la dépense totale d'abattage, et de 20 p. 100 sur la poudre, sans y comprendre les frais de fusées et de main d'œuvre.

TABLEAU C. — FOSSE L'ESPÉRANCE. — *Galerie à travers bancs, au niveau de 273 mètres.*

DATES.		1° MÉTHODE ORDINAIRE. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.	DATES.		2° MÉTHODE DE M. FOURNET. Nombre de journées d'ouvriers en 24 heures.	Nombre de coups de mine en 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.	DATES.		3° MÉTHODE PAR L'EMPLOI des fusées de sûreté. Nombre de journées d'ouvriers par 24 heures.	Nombre de coups de mine par 24 heures.	Nombre de coups de mine ratés.	Poudre.	Avancement.
1844. Mai.	1	4	10	»	»	»	Mai.	13	4	11	»	»	»	Juin.	1	4	10	»	»	»
	2	4	10	1	»	»		14	4	11	»	»	»		3	4	12	»	»	»
	3	4	10	»	»	»		15	4	16	1	»	»		4	4	8	»	»	»
	4	4	10	»	»	»		16	4	6	»	»	»		5	4	10	1	»	»
	5	2	4	»	»	»		17	4	5	»	»	»		6	4	12	»	»	»
	6	4	10	1	»	»		18	4	11	»	»	»		7	4	13	»	»	»
	7	2	5	»	»	»		19	4	6	»	»	»		8	4	13	»	»	»
	8	4	10	»	»	»		20	2	4	»	»	»		10	4	13	1	»	»
	9	4	10	»	»	»		21	2	8	»	»	»		11	4	18	1	»	»
	10	4	10	1	»	»		22	4	8	»	»	»		»	»	»	»	»	»
	11	4	9	»	10^{k}.	5^{m}.		23	4	10	1	11^{k}.	5^{m}.		»	»	»	»	8^{k},50	5^{m}.
Totaux.		40	98	3	10^{k}.	5^{m}.	Totaux.		40	90	2	11^{k}.	5^{m}.	Totaux.		36	104	3	8^{k},50	5^{m}.

La troisième série d'expériences figure sur le tableau C; elle a eu lieu dans une galerie à travers bancs de 2 mètres de largeur sur $1^{m},80$ de hauteur, dont les terrains présentaient une inclinaison de 45 degrés et une dureté moyenne.

Les résultats pour 5 mètres d'avancement sont les suivants :

Première méthode.

	fr. c.	fr. c.	fr. c.
40 journées d'ouvriers.	à 2,50.	100,00	122,05
10^{k},50 de poudre. . . .	à 2,10.	22,05	

Deuxième méthode.

	fr. c.	fr. c.	fr. c.
40 journées d'ouvriers.	à 2,50.	100,00	123,10
11 kil. de poudre. . .	à 2,10.	23,10	

Troisième méthode.

	fr. c.	fr. c.	fr. c.
36 journées d'ouvriers.	à 2,50.	90,00	111,85
8^{k},50 de poudre. . . .	à 2,10.	17,85	
40^{m} courants de fusées.	à 0,10.	4,00	

Ce résultat, à peu près identique pour les deux premiers procédés, donne, en faveur du troisième, une économie de 10 p. 100 pour la main d'œuvre; de 8 p. 100 sur la dépense totale d'abattage, et de 19 p. 100 sur la poudre, sans y comprendre les frais de fusées et de main d'œuvre.

Sans tenir compte pour un instant de l'économie totale de 8 p. 100, examinons si les fusées de sûreté n'en présentent pas une autre, et quelle en est la valeur par coup de mine et par journée d'ouvrier de 8 heures.

D'après le tableau B, nous avons, pour un avancement de trois mètres :

Par la première et deuxième méthode.

	fr. c.
Dépense en poudre : 13^{k},75 à $2^{fr.}$,10.	28,88

Par la troisième méthode.

	fr. c.
Dépense en poudre : 11 kil. à $2^{fr.}$,10.	23,10
Id. en fusées : 26 mètres pour 76 coups de mine (soit 0^{m},36 par coup), à $0^{fr.}$,10. .	2,60
	25,70

Économie : 3fr.,18 pour 76 coups, soit 0fr.,042 par coup et 10 centimes par journée d'ouvrier.

Nous obtiendrons à peu près le même résultat pour la série C.

Nos essais relatifs aux deux séries B et C font donc reconnaître deux économies distinctes (main d'œuvre et poudre) qui, réunies, en forment une totale de 12fr.,50 p. 100 (moyenne de 17 et 8 p. 100), dans laquelle figure celle relative à la poudre, évaluée à 0fr.,042 par coup de mine ou à 0fr. 10 par journée d'ouvrier.

L'odeur produite par la combustion des fusées ne nous a pas paru désagréable ; le volume de fumée, après l'effet du coup de mine, n'est pas sensiblement augmenté, l'aérage a toujours été très-bon et constamment le même pendant toute la durée de nos expériences.

En résumé, l'emploi des fusées de sûreté anglaises présente, sur les deux systèmes dont nous avons fait l'essai, les avantages suivants :

1° Sécurité complète pour la vie des ouvriers mineurs, avec un bourroir en fer, dont la partie inférieure serait terminée par une rondelle en cuivre ;

2° Economie dans la dépense de main-d'œuvre et dans la consommation de la poudre ;

3° Économie de temps.

Par l'application de ce procédé au foncement des fosses, et surtout dans les carrières à ciel ouvert, où l'on emploie de grandes charges, on doit arriver à une économie en poudre et en main d'œuvre supérieure à 15 p. 100 ; telle est notre conviction.

NOTE

Sur un nouveau système de renvoi de mouvement, avec câbles en fil de fer pour l'attirail et poulies, au lieu de verbocs, dans les coudes horizontaux.

Par M. PERNOLLET.

A la mine d'Huelgoat, on a eu à établir, sous terre, un attirail de renvoi de mouvement, de près de 600 mètres de développement total, pour faire agir des pompes, au sol de la galerie la plus profonde et à 400 mètres environ du puits où se trouvent les machines d'épuisement. Renvoi de mouvement.

L'emprunt de mouvement devait être fait aux machines à colonne d'eau et l'on se proposait d'utiliser, comme force motrice, l'excès de poids de la tige en bois de l'une de ces machines sur le balancier hydraulique (Voir *Annales des Mines*, 3e série, tome VIII).

On s'était décidé à attacher l'attirail de renvoi à l'extrémité supérieure de la tige du piston moteur. Cet attirail devait ainsi s'élever d'abord hors du cylindre moteur, pour descendre ensuite dans le puits jusqu'à 155 mètres au-dessous des machines et, de là, suivre une galerie, jusqu'à la latitude des travaux d'approfondissement projetés.

La galerie, bien que rectifiée partiellement, à l'aide de deux percements faits exprès pour le passage de l'attirail, présentait encore, sur un développement total de 384 mètres, 6 coudes de 140 à 170° d'ouverture. En outre, chacune des extré- Tracé du parcours de l'attirail.

mités de cette galerie donnait nécessairement lieu à un coude de 90°. Il y en avait un de 180 au-dessus du point d'attache supérieur de l'attirail. Enfin, pour éviter les plateaux de base des machines et ramener l'attirail contre un des côtés du puits, il avait fallu admettre un dixième coude de 176°.

Développement de l'attirail.

Le tracé du parcours de l'attirail comprenait, à partir du point d'attache supérieur, trois parties bien distinctes :

1° 177 mètres naturellement contenus dans un plan vertical ;

2° 384 mètres qu'on s'était étudié à faire rentrer dans un même plan, dont l'inclinaison sur l'horizon se trouva être de moins de 1° ;

3° 25 mètres de partie ayant la pente du filon, en ce point (72°), et aboutissant aux pompes.

Force motrice disponible.

L'excès de poids de la tige en bois sur le balancier hydraulique, qui pouvait devenir disponible pendant la descente du piston moteur (en ouvrant complétement la valve d'émission partiellement fermée à l'ordinaire), cet excès de poids sur lequel on comptait comme force motrice, devait être de 3.250 kil. environ suivant le mémoire déjà cité ; mais on a eu lieu de reconnaître plus tard qu'il est considérablement plus élevé.

La course du piston moteur était comprise entre $1^m,75$ et $2^m,00$; la vitesse entre 2 1/2 et 3 coups par minute.

Effet utile nécessaire.

Quant au volume d'eau dont on avait à se rendre maître, il variait, avec les saisons, de 384 litres à 750 par minute, et, comme il s'agissait d'explorer, dans la profondeur, un reste de massif métallifère, dont on craignait la fin, il importait que les nouveaux moyens d'épuisement donnassent lieu à la moindre perte possible de force, afin

qu'on eût la faculté de pousser l'exploration le plus bas possible.

Sujétions du projet.

La plus stricte économie était d'ailleurs commandée plus impérieusement que jamais, par le peu d'avenir probable de cette exploration.

Par suite de différentes sujétions, la partie verticale de l'attirail dut se trouver dans le compartiment du puits consacré à l'extraction, sans pouvoir être logée dans l'un des angles, et la galerie choisie pour le passage de la partie horizontale, était sinueuse, médiocrement large et devait rester libre à la circulation des hommes.

Ces deux conditions commandaient :

1° d'éviter les assemblages nombreux dont les saillies auraient été, dans le puits, une cause de gêne intolérable;

2° de réduire au minimum possible le volume de l'attirail, ainsi que celui des supports nécessaires dans la galerie.

On adopte le fil de fer pour construire l'attirail.

De là vint l'idée de faire usage de câbles en fil de fer pour les différentes parties de l'attirail comprises d'un coude à l'autre, idée qui parut satisfaire à toutes les conditions du projet et qu'on adopta.

Restait à prendre un parti au sujet des coudes.

Or, l'abondance des eaux à épuiser et la course limitée qui était disponible, obligeaient à réduire le moins possible l'amplitude de cette course, sous peine de rendre nécessaires des dimensions de corps de pompe impraticables. De sorte que, ayant admis d'aussi nombreux coudes qu'on avait jugé à propos de le faire, pour éviter un percement direct de près de 400 mètres, il fallait absolument renoncer à l'emploi ordinaire des leviers

Coudés dits *varlets*.

coudés dits *varlets* ou *verbocs*, à l'aide desquels on n'aurait pu conserver une course suffisante, qu'en donnant à leurs bras des dimensions qui auraient été une cause de dépenses considérables, dans une galerie ouverte en rochers très-durs

L'emploi des verbocs présentait en outre l'inconvénient de ne pas permettre la fixité de position de l'attirail et d'obliger ainsi à donner aux supports une largeur qui aurait pu être incommode pour la circulation dans la galerie. Ces mouvements latéraux des attirails attachés à des verbocs donnent lieu d'ailleurs à des frottements qu'il était bon d'éviter. De plus, on avait peu de confiance dans la longue durée de 10 varlets soumis continuellement à des mouvements de va et vient répétés 4.000 fois par jour et que leur position sous terre aurait condamnés à un entretien fort négligé.

Poulies préférées aux varlets pour les coudes.

On se décida donc à mettre à tous les coudes des poulies qui parurent susceptibles d'être exemptes de la plupart des défauts des verbocs. Les 3 poulies contenues dans le puits purent avoir leur plan méridien vertical; des 7 autres, 6 durent être à peu près horizontales, position entièrement inusitée à ma connaissance pour des ouvrages de ce genre, et la dernière eut son plan méridien incliné de 72° à l'horizon.

On donna à ces poulies le plus grand diamètre que comportèrent les places destinées à les recevoir, en s'assujettissant toutefois à la condition de pouvoir les descendre tout assemblées, pour assurer leur bonne exécution.

Ces conditions diverses conduisirent à adopter deux grandeurs seulement pour les diamètres des 10 poulies, savoir : $1^{m},80$ pour les poulies desti–

nées aux coudes de 90 à 180° et 1m,50 pour les autres.

Non-seulement on apporta le plus grand soin à poser parfaitement dans le plan du mouvement de l'attirail celles de ces poulies qui n'étaient pas verticales, mais elles furent établies de manière à pouvoir être facilement ramenées dans leur position normale, en cas de dérangement.

Les poulies une fois admises en principe et l'emploi du fil de fer adopté pour les parties droites de l'attirail, l'idée vint naturellement d'essayer le fil de fer aussi pour les coudes. Toutes les combinaisons connues de chaînes sont, à force égale, incomparablement plus lourdes et plus dispendieuses que le fil de fer convenablement façonné. Courroies en fil de fer pour les coudes.

On s'était arrêté à fabriquer, pour les parties droites, des câbles ronds à fils parallèles, semblables à ceux qui sont employés dans les ponts suspendus. Pour les coudes on jugea utile de faire usage de câbles à fils parallèles aussi, mais plats au lieu d'être ronds, afin de rendre le moins inégale possible la tension des différents fils pendant le travail.

L'attirail se composa ainsi de deux systèmes de câbles : Longueur des câbles.

1° des câbles plats dont la longueur fut réduite au strict nécessaire (4m,20 pour les poulies horizontales) dans la prévision d'une moindre durée due aux courbures et aux redressements successifs des fils ;

2° des câbles ronds qui reçurent au contraire la plus grande longueur possible, de manière à n'avoir des assemblages qu'au voisinage des poulies. Ces longueurs, dépendantes de l'écartement des

différents coudes, se trouvèrent comprises entre 18m,58 et 85m,86.

N° du fil choisi. Un des motifs qui avaient fait adopter l'emploi du fil de fer était l'espérance de pouvoir faire servir ce fil à des câbles d'extraction, lorsqu'il aurait rendu le service provisoire qu'on en attendait : cette considération détermina à choisir le fil n° 16, de préférence au n° 18 usité pour les ponts suspendus et dont la fabrication est, pour cette raison, ordinairement plus soignée.

Nombre de fils. On composa les câbles ronds horizontaux de 62 de ces fils. Chaque câble fut fabriqué en 2 brins séparés que l'on réunit ensuite en un seul.

La portion verticale de l'attirail fut renforcée de manière à pouvoir supporter son propre poids, en sus de la charge afférente à la portion horizontale : elle fut composée de 2 longueurs, pour proportionner un peu mieux la force de l'attirail à la charge, mais surtout pour rendre moins dispendieux le changement de la partie inférieure que l'on regardait comme plus exposé à l'action des eaux vitrioliques.

Moyens de conservation des fils. Pour soustraire les câbles ronds à cette cause de destruction, on ne s'est pas contenté de les enduire d'un mélange gras très-consistant, appliqué à chaud ; on les a, en outre, recouverts d'une toile goudronnée intérieurement et peinte au blanc de céruse à l'extérieur. La toile embrasse une fois et demie la circonférence du câble : adhérent déjà à elle-même par le goudron interposé, elle est de plus maintenue en place par une ficelle peinte aussi au blanc de céruse et enroulée autour du câble en hélice continu de 3 centimètres de pas.

Diamètre et poids des câbles. Tout emmaillottés, les câbles ronds ont de 30 à 35 millimètres de diamètre, pour un nombre de

fils qui varie de 62 à 66; ils pèsent de 2k,86 à 3kil. par mètre courant. Une barre de fer de même force pèserait plus d'une fois et demie autant et n'aurait pas 5 millimètres de moins sur le diamètre.

Les *fig.* 1, 2, 3, *Pl. IV*, représentent les câbles ronds; en brin isolé (*fig.* 1), en brins réunis (*fig.* 2), en câble emmaillotté (*fig.* 3).

Les câbles plats que l'on tenait à avoir plus faibles que les autres, afin d'assurer la conservation de ceux-ci, ne furent composés que de 60 fils. Ils furent fabriqués en un seul brin. Câbles plats.

Pour les garantir à la fois de l'action des eaux vitrioliques et de l'usure possible contre la joue inférieure des poulies, on les enveloppe de bitord entrelacé, comme on le voit dans les *fig.* 4-5 qui montrent un câble plat nu dans une de ses moitiés, habillé dans l'autre.

La corde *aaa* reliée en *ll* par deux tours de ficelle, a été mise comme corde de sûreté. Dans les cas de rupture d'un câble plat, la charge se reporte sur les liens *ll* et les rompt; la corde se développant alors, sans autre obstacle qu'un frottement léger dans l'œil *oo* des croupières, permet à la machine de compléter sa course, tout en soutenant assez les câbles ronds, pour les empêcher de traîner sur le sol de la galerie. Corde de sûreté.

L'assemblage des câbles ronds terminés à chaque extrémité par 2 croupières, avec les câbles plats qui n'en ont qu'une, a lieu au moyen de clefs en bronze. Ces clefs sont représentées isolées par les *fig.* 6 et en place dans les *fig.* 7 et 8. Assemblage des câbles.

Les *fig.* 9 représentent les croupières des câbles ronds.

Les *fig.* 10 celles des câbles plats.

Ces croupières ont été faites en bronze comme les clefs, uniquement parce que l'emploi de cette matière était plus à notre portée que celui de la fonte.

Soutiens des câbles.

De petites poulies en bois de $0^m,30$ de diamètre, ayant $0^m,04$ de largeur de gorge, soutiennent les câbles, de 10 en 10 mètres, plus ou moins, à la convenance de la galerie, qu'on a cherché à laisser libre.

On a prévenu l'usure des câbles contre les joues et la gorge de ces poulies, au moyen de légères tringles en bois évidées d'un côté pour recevoir la moitié de l'épaisseur du câble auquel elles sont fixées, et planes en-dessous, pour porter sur la gorge de la poulie.

Flèche entre les soutiens.

Afin de maintenir le câble assez tendu sur cette portée de 10 mètres, pour qu'il ne donnât qu'un maximum de flèche de $0^m,05$, il a suffi de le charger, à son extrémité inférieure, d'un contrepoids de 700 kil., qui ne représente pas les 4 centièmes de la résistance absolue des câbles horizontaux. Ce contrepoids s'est trouvé naturellement dans 25 mètres de tirants inclinés suivant le filon qui terminaient l'attirail et qu'il avait été commode d'établir en bois pour pouvoir y attacher plus facilement les tiges des pistons, les cruchots d'arrêt et une vis de rappel.

Vis de rappel.

Dans la composition de l'attirail entrent trois de ces vis : une à chaque extrémité et une au milieu ; elles ont chacune $1^m,20$ de filet et ont été mises pour corriger les erreurs possibles dans l'établissement précis des longueurs des câbles ; pour compenser l'allongement possible au bout d'un certain temps de travail et pour faciliter les assemblages,

les désassemblages et, en général, toutes les réparations.

Indépendamment des cordes de sûreté disposées pour empêcher la destruction des câbles ronds dans les cas de rupture des câbles plats, qui ont été faits pour casser les premiers, on a pris plusieurs précautions pour assurer la conservation des câbles principaux. **Précautions pour les cas de rupture.**

Ainsi toute la partie verticale de l'attirail, qui pouvait, à la suite soit de rupture des parties supérieures, soit d'échappement au point d'attache, tomber en masse au fond du puits, cette partie a été pourvue de 2 cruchots d'arrêts surmontés chacun d'une chaîne de sûreté.

Chacun des cruchots (*fig.* 11, *Pl. IV*) consiste en une sorte de longue épée cylindrique en bois, terminée à sa partie supérieure par un renflement ellipsoïdal et composée de deux moitiés façonnées de manière à envelopper presque entièrement le câble contre lequel elles sont fortement serrées par de nombreuses ligatures en fil de fer. **Cruchots d'arrêt.**

Cette épée placée un peu au-dessous des croupières supérieures, joue librement, pendant le mouvement alternatif du piston, dans un fourreau également en bois, solidement fixé contre 2 des traverses du puits et terminé à sa partie supérieure par un godet destiné à retenir l'épée par sa tête, dans le cas de rupture.

S'il arrivait que le câble ainsi saisi dans sa chute, vînt néanmoins à se séparer de l'épée par glissement, le premier choc aurait été au moins amorti et une chaîne de sûreté fixée aux croupières supérieures d'une part et de l'autre à une des traverses du puits, est là pour achever de le retenir. **Chaîne de sûreté.**

Les *fig.* 11, *Pl. IV*, représentent les cruchots

d'arrêt. *mm* est un bourrelet en bitord destiné à amortir le choc contre le godet, dans le cas de rupture.

Depuis 10 mois que le renvoi fonctionne on n'a pas encore eu occasion de vérifier l'efficacité de ces sortes de cruchots d'arrêts.

Pour ce qui est des câbles horizontaux, après l'accident que les cordes de sûreté sont destinées à prévenir, on ne pouvait craindre, pour eux, que leur échappement des gorges des petites poulies et leur chute sur le sol de la galerie.

Poulies en chapeau. On a facilement obvié à ce danger en emprisonnant les petites poulies dans une sorte de chape en bois, formée de 2 joues évidées, qu'on a boulonnées sur le montant qui porte chaque petite poulie.

Enfin la force absolue de la partie horizontale de l'attirail étant de 19.500 kil. et la charge habituelle qu'on voulait lui donner de 3.250 ou le 1/6 de la résistance absolue, suivant l'usage, on a cherché à se mettre en garde contre toute charge accidentelle qui dépasserait le 1/4 de la résistance absolue.

Pour cela, les clefs d'assemblage ont été faites de manière à fléchir très-sensiblement sous la charge de 5.000 kil.; et comme leur ajustage avec les croupières était fort net au moment de la pose, on a regardé comme possible d'observer quelque solution de continuité à la suite d'une surcharge accidentelle et d'être ainsi averti du danger..

Si la course du piston moteur des machines à colonne d'eau n'était pas elle-même très-variable, on aurait un moyen d'observation dynamométrique très-facile dans la course du piston de la pompe mu par le renvoi. En effet l'allongement de l'attirail

est très-régulièrement proportionnel à la charge (après déduction faite du maximum de 2 centimètres de course perdue dans le redressement des chaînettes de $0^m,05$ de flèche formées par la partie horizontale de l'attirail). Or, pour une différence de 1.750 kil. entre la charge normale et la charge-limite qu'on s'est fixée, l'allongement de l'attirail est de $0^m,0004$ correspondant, pour un développement de 550 mètres environ de développement de câble, à $0^m,22$. Cet allongement étant totalement perdu pour la course est très-sensible à l'extrémité inférieure de l'attirail. Malheureusement la course des machines variant d'une quantité plus grande encore, ce mode d'observation n'a pas toute la simplicité désirable.

Observations sur l'usage des câbles en fil de fer pour renvoi.

L'appareil dont la description générale vient d'être donnée fonctionne depuis 10 mois. Il a desservi pendant 6 mois deux pompes de 40 à 42 centimètres de diamètre qui, d'ordinaire, marchaient, chacune à son tour, pendant les réparations de l'autre, mais souvent aussi ensemble, à la suite des arrêts de la machine. La différence de niveau entre l'aspirateur et le dégorgement de ces pompes (inclinées comme le filon) a varié pendant ces 6 mois de 6 mètres à 12 mètres. De sorte que tout compte fait, l'attirail a très-souvent fonctionné sous une charge égale au 1/4 de sa résistance absolue. Peut-être était-ce trop.

A la suite de quelques accidents on mit en place une pompe de $0^m,46$ de diamètre pour pouvoir assécher les travaux après les temps d'arrêt, sans être obligé d'atteler deux pompes à la fois et le maximum de la charge ne dépassa plus dès-lors les 0,18 de la résistance absolue. C'est à la suite

de 10 mois d'un travail pareil que le câble vertical supérieur a cassé.

Il ne s'est pas rompu brusquement, mais fil à fil : chaque fil rompu sortait aussitôt du fourreau de toile et se montrait. Pendant un mois on a vu successivement apparaître ainsi jusqu'à 15 fils et ce n'est qu'alors qu'on s'est décidé à remplacer ce câble par un autre. Cette rupture ne donne pas une bonne mesure de la résistance des câbles; elle a eu lieu un peu au-dessous de la poulie qui rachète l'angle de 176°, le seul des angles qu'on avait admis sur le parcours des câbles ronds, et cette position particulière a peut-être été cause de l'accident.

Antérieurement d'autres accidents avaient eu lieu, mais ils paraissaient provenir d'un vice de construction. Les boucles des câbles ronds étaient vides, comme dans les ponts suspendus : il est probable que c'était un défaut.

Dans les ponts suspendus la différence entre la charge permanente et la charge au moment du passage est habituellement très-petite; dans le renvoi d'Huelgoat la différence de la charge à la descente et la remonte du piston est au contraire très-grande; or, les deux branches de la boucle incomplétement dressées et sensiblement arquées encore sous la simple charge du contrepoids, se tendent sous la charge totale; il en résulte un mouvement d'oscillation au voisinage des croupières parfaitement visible, et ce fut sans doute ce mouvement répété 4.000 fois par jour, qui amena la rupture de quelques-unes de ces boucles après six mois d'un travail quelquefois exagéré.

Il est facile d'empêcher ce mouvement latéral du fil en remplissant le vide de la boucle d'une

pièce de bois assujettie extérieurement au moyen de bitord ou de fil de fer.

Heureusement qu'il a été plus facile qu'on n'aurait osé l'espérer de porter remède à cet accident. La forte ligature qui avait été faite à la naissance de la boucle a retenu les fils après leur rupture et il a été possible de replier tout le câble sur lui-même et de faire une boucle nouvelle unique, à l'aide d'une longue ligature en fil de fer.

Cette boucle représentée par la *fig.* 12, *Pl. IV*, tient fort bien. Elle aurait été plus facile encore et plus sûre si les câbles ronds, au lieu de 2 brins, avaient été formés d'un seul.

Cette dernière disposition aurait été doublement préférable à celle qui a été adoptée et qui a paru commandée par quelques sujétions locales. Elle aurait eu pour conséquence de faire faire les câbles plats en 2 brins, ce qui aurait permis de leur donner une force suffisante pour leur assurer tout l'avantage dont ces sortes de courroies sont susceptibles pour un service de ce genre.

Les câbles plats en effet ont été faits trop faibles. Au lieu de 60 fils, 80 n'auraient pas été trop.

L'emploi du fil de fer pour le service auquel on l'a appliqué était tellement inconnu qu'on avait cru prudent de sacrifier les câbles plats à la conservation des câbles principaux. Maintenant qu'une expérience de 10 mois a appris qu'un câble droit paraît susceptible d'être chargé du 1/6 au 1/4 de sa résistance absolue et que, lorsqu'il se rompt, c'est fil à fil, avec une lenteur extrême et en montrant aussitôt son défaut, il conviendrait, à l'avenir de donner tout d'abord aux câbles plats la résistance qu'ils doivent avoir.

Durée des câbles plats.

L'expérience de Huelgoat a fourni à ce sujet quelques données peu précises, mais bonnes à noter. Les câbles plats qui jouaient sur les poulies de $1^m,80$ ont duré 15 jours pour celle qui rachetait un angle de 180°, 24 pour les 2 autres qui ne rachetaient qu'un angle de 90° et cela pendant que les pompes de 40 à 42 centimètres de diamètre, marchant, de temps en temps ensemble, avaient de 6 mètres à 9 mètres de hauteur.

Ces durées parurent trop courtes et, au lieu de chercher à renforcer les câbles plats, après un mois de marche, pour la poulie à 180°, et après 7 semaines pour les 2 autres, on prit le parti de leur substituer des chaînes à mailles plates : elles se comportent parfaitement bien, surtout les deux qui fonctionnent dans un plan vertical.

Les câbles plats qui fonctionnent sur les poulies horizontales de $1^m,50$ de diamètre ont duré de 38 à 76 jours pour des angles variables de 140 à 170° et pour les charges correspondantes à toute la période de 10 mois. Une des poulies placée dans une région ou suintent de tous côtés des eaux vitrioliques extrêmement corrosives ne conserve son câble plat que pendant 25 jours.

Les 2 poulies qui ne conservent le leur que pendant 38 jours peuvent bien être influencées par la même cause, car la durée est de 50 jours pour une des poulies rachetant un angle peu différent, mais situé dans une région sèche.

Chaînes à maillons plats.

On a essayé de substituer une chaîne à maillons plats au câble plat de l'une des poulies horizontales. Dans une position pareille, ces chaînes sont loin de se comporter aussi bien que sur des poulies verticales : leur poids qui est 9 fois aussi grand que celui de câbles plats de même force, et leur

forme qui présente nécessairement de nombreuses saillies, ces deux causes réunies entravent singulièrement la marche de ces sortes de chaînes sur les joues de poulies horizontales. Il en résulte un travail ondulatoire qui use promptement et la poulie et les boulons d'assemblage de la chaîne. Les câbles plats paraissent de beaucoup préférables; seulement il ne faut pas craindre de leur donner toute la force nécessaire.

Les câbles, tant ronds que plats, fonctionnent avec un silence remarquable pour qui a entendu le cliquetis des renvois ordinaires de mouvement, dans l'intérieur des mines.

Avantages des câbles en fil de fer.

Le redressement, à chaque coup de piston, des chaînettes formées par la portion horizontale de l'attirail paraît extrêmement favorable à la mise en charge progressive et sans choc, et par suite à la conservation de la force motrice et de tout l'attirail lui-même.

C'est là un des premiers avantages des câbles, qu'on achète au prix d'une perte de course insignifiante, moins de 1 pour 100.

La légèreté ne peut pas être comptée, en thèse générale, pour autant qu'on pourrait le croire, par suite de la nécessité de l'emploi d'un contrepoids qui, dans le cas particulier dont il s'agit, aurait été inévitable en très-grande partie, quelque système que l'on eût adopté. Mais la rareté des assemblages qui a permis d'établir un attirail de cette force dans le compartiment d'un puits d'extraction, au contact des tonnes qui circulent dans ce puits a donné la faculté d'employer, pour toutes sortes de coudes horizontaux, des poulies au lieu de verbocs, et de conserver ainsi presque entière la

course disponible. Ces deux avantages peuvent être considérables dans certains cas.

Enfin, abstraction faite de l'apprentissage nécessaire pour arriver à fabriquer des câbles en fil de fer non tordu, avec toute la perfection nécessaire, apprentissage qui pourra être nul dans beaucoup de cas, ce système de renvoi présente, relativement à tous les autres, en raison de la légèreté de tous ses accessoires, une fort notable économie.

Son exécution est en outre susceptible d'une élégance remarquable.

EXTRAIT D'UNE LETTRE

De M. Pernollet, ancien élève de l'École polytechnique et de l'École des mines, à M. Combes, concernant des pompes employées dans le foncement d'un puits.

Mines de Poullaouen, 2 juin 1844.

Voici, après le septième jour, le dessin de pompe que je vous avais promis sous trois jours. C'est le sort des promesses en général et des devis en particulier. Vous me le pardonnerez.

Cette pompe est une de celles que j'ai attelées à l'extrémité de mon renvoi. Seulement je l'ai représentée en pompe basse, tandis qu'actuellement elle est surhaussée de 3 mètres, ce qui ne change rien du reste à la disposition générale.

Vous savez que nous avions à descendre sur un filon qui nous donnait 768 litres par minutes (j'ai mis 750 pour maximum dans ma note sur le renvoi, c'est une erreur : c'est 768 que nous avions dernièrement), il nous fallait des pompes puissantes et légères pour pouvoir les descendre facilement avec notre approfondissement. Je me suis décidé à faire usage de pompes en bois garnies intérieurement d'un manchon de cuivre rouge laminé et soudé suivant une génératrice. Ce cuivre a 5 ou 6 millimètres seulement d'épaisseur.

A l'aide de l'épée à fourreau E (*Fig.* 13, *Pl. IV*) on allonge l'aspiration de 2^{m},50 à mesure que l'on gagne de la profondeur, et à ce terme on descend d'autant le corps de pompe que l'on sur-

hausse s'il le faut; on fait rentrer le fourreau F sur l'épée E, et on recommence comme devant.

Nous avons deux pompes accouplées. Ces changements se font à l'une d'elles pendant que l'autre continue de marcher, de sorte qu'il n'y a pas d'interruption dans le travail.

La légèreté des pompes est un grand avantage pour des ouvrage d'approfondissement.

Un autre non moins grand que j'ai obtenu à l'aide d'une disposition bien simple, a consisté à élever le clapet inférieur sur un cylindre en bronze K qui laisse entre lui et la partie inférieur du corps de pompe un espace annulaire où les quarts aspirés par la pompe se déposent. Aussitôt que ce réservoir de graviers est plein, on en est averti, parce que le clapet inférieur fermant mal, la pompe ne retient plus aussi parfaitement son cou; on accroche la pompe voisine, on défait le bois du tampon X, on enlève les graviers, et la pompe est prête à marcher de nouveau. Cette disposition s'est trouvée si efficace, que j'ai renoncé à mettre au bas de l'aspirateur un grillage propre à retenir ces graviers. Il n'y a que les graviers assez fins qui sont aspirés; il aurait fallu un grillage à petits trous, et je craignais que la paille des sabots, les copeaux laissés par les boiseurs, n'obstruassent ces petits trous (*Fig.* 14, 15, 16 et 17, *Pl. IV*).

Cette pompe me semble avoir toutes les qualités des communes et tous les avantages des pompes soignées. Nos grosses pompes en bronze des machines à colonne d'eau, qui n'ont pas un diamètre plus grand et dont chaque corps pèse 1.800 kil., ne retiennent pas mieux l'eau que ces pompes si simples et à la portée de toutes les localités.

Vous voyez que cette disposition permet en outre de réduire l'espace nuisible à bien peu de chose.

Le piston du Hartz qui n'était pas usité chez nous m'a paru fort commode aussi jusqu'à présent, en fait de pistons grossiers (*Fig.* 18, 19 et 20, *Pl. IV*).

D'ordinaire, nous faisons usage pour nos pompes communes du gros piston en bois. Il a l'avantage d'être d'un enlèvement très-facile, mais nous ne l'avons employé que pour nos pompes ordinaires qui ont de 30 à 32 centimètres de diamètre. J'ai craint d'avoir un piston colossal, si je conservais ce système pour des diamètres de 46, et j'ai essayé le piston du Hartz qui va bien jusqu'à présent et dure bien plus longtemps que l'autre. C'est là son mérite spécial; sa légèreté est quelque chose aussi.

EXPLICATION DU DESSIN DE POMPE.

(*Fig.* 13 à 20, *Pl. IV.*)

Fig. 13. Épée à fourreau pour l'allongement de l'aspirateur.

Un bourrelet *ww*, placé à la partie supérieure du fourreau suffit pour empêcher la prise d'air.

Cette épée s'ajuste sur l'extrémité P de l'aspirateur (*fig.* 14) par simple emboîtement. Un bourrelet d'argile achève de rendre cet assemblage parfait.

Fig. 14. Coupe verticale de l'aspirateur et du corps de pompe.

B Bec en cuir pour le dégorgement.

X Tampon fermant l'ouverture par laquelle on enlève les graviers.

Fig. 15. Porte-clapet en bronze.

Le siége est dressé au tour et rodé.

Fig. 16. Plan du même.

aa, rondelle en cuivre rouge pourvue d'une queue *q*, pour empêcher le renversement du clapet

Fig. 17. Coupe verticale sur une plus grande échelle de l'aspirateur et du corps de pompe. Le porte-clapet est en place.

rr, rainure annulaire ménagée dans le bois et comblée de mastic avant la pose du manchon en cuivre.

Il y en a trois semblables sur la hauteur du manchon pour empêcher les prises d'air qui pourraient avoir lieu par le haut ou par les joints des deux moitiés de l'enveloppe en bois.

cc, double cuir de 12 millim. d'épaisseur totale pincé entre deux rondelles inégales *aa*, *bb*, serrées par un petit boulon *d*.

Le porte-clapet en bronze *k* est fixée à la partie supérieure de l'aspirateur en bois BB à l'aide de deux boulons à double écrou 66, par les oreilles *oo*. Une rondelle de cuivre est interposée entre le bronze et le bois.

Les mortaises *mm* faites pour recevoir les écrous inférieurs sont remplies de mastic, après la mise en place des boulons.

Les deux tuyaux en bois CC (corps de pompe) et BB (aspirateur) sont bien ajustés l'un sur l'autre et fortement assemblés à l'aide d'un picotage serré.

pp représentent les picots.

Les *fig.* 18, 19 et 20 représentent le piston du Hartz.

La *fig.* 18 est le plan du dessus.

La *fig.* 19 la coupe suivant l'axe.

La *fig.* 20 le plan du dessous.

Il est composé d'un disque en bois de hêtre percé de six trous pour le passage de l'eau, avec garniture en cuir clouée sur son contour. Le clapet est un disque de cuir fixé au centre du disque de bois par la tige en fer qui traverse à la fois le disque de cuir et le disque de bois dans leur axe.

NOTICE

Sur quelques minéraux du Chili, analysés en 1843;

Par M. DOMEYKO.

ARGENT.

Chlorobromures d'argent. — Ayant apporté, de mon dernier voyage à Copiapo, vers la fin du mois d'avril, en 1843, grand nombre d'échantillons d'argent corné provenant de Chañarcillo, j'ai repris mes recherches sur la nature de ces minéraux, et j'en ai fait plusieurs analyses. Je me suis convaincu qu'en prenant toutes les précautions nécessaires dans ces opérations, on obtient des résultats d'une précision presque mathématique; c'est-à-dire, que la quantité d'argent extraite d'un poids déterminé de chlorobromure est, à 1 ou 2 millièmes près, égale à celle de l'argent employé pour précipiter le chlore et le brôme provenant de ce même poids de chlorobromure. Quant à ce dernier, on ne peut pas, il me semble, déterminer son poids par différence (en se fondant sur le poids du minerai pris pour l'analyse et sur le poids du résidu de l'attaque par l'hydrosulfate, lorsqu'on reprend ce résidu par l'acide nitrique, etc.), parce que, d'abord, tout argent corné empâte dans l'intérieur de ses particules un peu d'argile et de carbonate qui lui servent de gangue, et qu'en outre, la gangue étant presque toujours hydratée, elle perd son eau en

partie par l'action de l'ammoniaque, en partie par le grillage qu'on est obligé de faire pour chasser le soufre. Le seul moyen de doser avec exactitude le poids du chlorobromure consiste donc à précipiter le chlore et le brome par un excès de nitrate d'argent. En tous cas, il est impossible de bien séparer par précipitation successive le chlore du brome ; par le motif, selon moi, que le premier précipité de bromure qui se forme entraîne toujours avec lui une proportion considérable de chlorure, et qu'il reste du brôme dans la liqueur.

Voici les résultats de 8 analyses faites sur divers échantillons, et que j'ai eu soin de vérifier en double :

Chlorobromures. Nos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Teneur en argent. . . .	0,652	0,654	0,652	0,679	0,670	0,690	0,671
Ce qui correspond,							
en chlorure d'argent : à	0,510	0,528	0,510	0,729	0,656	0,814	0,664
en bromure d'argent : à	0,490	0,472	0,490	0,271	0,344	0,186	0,336

Les trois premiers échantillons viennent de Chañarcillo, et contiennent du chlorobromure jaune-verdâtre, disséminé en veines excessivement minces, très-irrégulières, et en grains amorphes. Leur gangue est ocracée, mélangée de carbonate de chaux, de calamine, etc., ne contenant pas d'autres espèces minéralogiques d'argent que le chlorobromure. Ces minéraux se composent probablement de 1 at. de chlorure pour 1 at. de bromure, l'espèce pure de cette nature devant renfermer 0,655 d'argent.

Les quatre autres échantillons (4), (5), (6), (7), étaient des veines chlorobromurées qui avaient 5, 6 et jusqu'à 9 lignes d'épaisseur, et présentaient à l'extérieur des formes concrétionnées. Elles ne

renferment que 4 à 6 p. o/o de gangue, et ne sont pas tout à fait homogènes. Quelquefois l'on voit, au milieu de ces veines, de l'argent natif dendritique parfaitement pur. Le dernier échantillon (7) provient de Quillota, d'une mine située à près de 200 lieues au sud de Chañarcillo; les trois autres des mêmes mines de Chañarcillo que les précédentes.

Voici les détails des analyses dont je viens de citer les résultats :

Chlorobromure n° (2). — 5 grammes de ce minéral, préalablement attaqués par les acides, ont donné :

2,702 gr. d'argent,		
0,824 gr. de gangue =	0,794	d'argile inattaquable,
	0,030	chaux et silice gélatineuse empâtées par le chlorobromure, etc.

On verse, dans la dissolution contenant tout le chlore et l'iode :

	gr.				gr.	titre.
d'abord. . .	1,493	d'argent;	on obtient :	bromure. . .	2,438;	0,61
puis.	1,494	—	—	chlorure. . .	1,704;	0,73
argent versé.	2,987	—		Poids du chlorobromure.	4,142.	

En précipitant, de la dissolution qui restait, l'excès d'argent par l'acide muriatique, on a obtenu 0,372 de chlorure, ce qui correspond en argent à 0,280. Par conséquent, l'argent employé pour précipiter le chlore et le brome a été de 2,987 — 0,280 = 2,707, et la loi du chlorobromure est $\frac{2,702}{4,142} = 0,652$.

Chlorobromure n° (4). — D'un vert-jaunâtre

formant une veine presque pure de 5 à 6 lignes d'épaisseur, ne contenant que 3 à 4 p. o/o de substances étrangères (échantillon semblable à celui que j'ai eu l'honneur d'envoyer l'année passée à M. Berthier).

2gr.,443 de cette veine, découpés en copeaux ont donné :

1gr.,6353 d'argent (par l'hydrosulfate et le sulfure repris par l'acide nitrique, etc.);

0,0380 de gangue = { 0gr.,0060 argile inattaquable, 0,032 chaux, magnésie, silice, gélatineuse, empâtées par le chlorobromure. }

De là résulte : poids du chlorobromure, par différence, 2,443 — 0,038 = 2gr.,405.

Loi du minéral pur :

Le titre du minéral pur donc est $\frac{1,6353}{2,4050}$ = 0,6799.

On a versé dans la liqueur qui contenait le chlore et le brome :

d'abord. . .	0gr.,9195 d'arg. au tit. de 996, on a obtenu :			brom.	1gr.,448.	titre. 0,62
puis.	0,8560	—	—	— chlor.	0,957.	
argent versé.	1,7755	—	Poids du chlorobromure.		2,405	

On a précipité de la dissolution restante 0,175 de chlorure d'argent, ce qui correspond en argent à 0,132. Par conséquent, l'argent employé pour précipiter tout le chlore et le brome a été :

1gr.,7755 (au tit. de 996) = argent fin 1gr.,7683 — 0gr.,132 = 1gr.,6363,

et le titre du chlorobromure est $\frac{1,6363}{2,4050}$ = 0,6800.

J'ai en outre analysé par la même méthode quelques échantillons que j'ai reconnus pour des chlorures purs, exempts de brôme : ces minéraux étaient toujours blancs, sans aucune teinte jaunâtre ou verdâtre, ou bien d'un noir violacé. Un échantillon provenant de Chañarcillo, ne contenant que 0,011 de substances étrangères, d'un blanc de perle, translucide, amorphe, m'a donné, par le même procédé, 0,752 pour son titre d'argent, et son poids spécifique était 5,67. Des petits copeaux de ce minéral, exposés à l'action de la lumière, sont devenus d'un bleu violacé, tandis que les chlorobromures, placés dans les mêmes circonstances, deviennent toujours d'un gris verdâtre ou d'un gris sombre, foncé, sans aucune trace de teintes bleuâtres ou violacées. Ces derniers, en outre, ont un poids spécifique toujours inférieur à celui du chlorure, et ce poids spécifique du chlorobromure varie ordinairement de 5,31 à 5,43.

Je vois maintenant que les chlorobromures sont aussi répandus, et peut-être plus abondants dans les mines d'argent de Copiapo que le chlorure pur. Ils ne se trouvent que dans la partie supérieure des filons, et il est rare de les voir descendre à plus de 40 mètres de profondeur au-dessous des affleurements. Il est aussi fort rare de les trouver accompagnés par les sulfures ou par l'argent rouge, tandis que le chlorure forme des mélanges intimes avec de l'argent antimonié, argent sulfuré, etc., et dernièrement on a trouvé dans la mine nommée la Colorada, à Chañarcillo, du minerai de carbonate de plomb très-riche en chlorure d'argent. Je n'ai jamais trouvé du bromure pur dans les minerais d'argent du Chili, et l'on

observe quelquefois, dans les minerais qui contiennent du chlore et du brome, une séparation nette entre la partie du minerai qui ne renferme que du chlorure pur, et celle qui contient du chlorobromure.

Iodure d'argent. — Je n'ai jamais pu découvrir dans le minerai de Chañarcillo, ni dans aucun aucun autre minerai contenant du brome, la moindre trace d'iode; mais on vient de découvrir, à 12 lieues à l'est de Coquimbo, dans les montagnes nommées los Algodones, dans un endroit nommé Rincon de Laja, un filon argentifère, dont le minerai renferme de l'iodure d'argent parfaitement pur, sans aucun mélange de chlorure ni de bromure.

Immédiatement après avoir reconnu la présence d'une espèce si rare et si intéressante dans les minerais de los Algodones, je suis parti pour la mine, dans le but de voir et d'examiner le gisement de ce minéral en place.

La montagne de los Algodones, où se trouve le filon d'iodure d'argent, se trouve située exactement au sud d'Arqueros, sur le prolongement de la bande de terrains secondaires stratifiés, qui renferme l'amalgame natif d'Arqueros, les chlorures et les chlorobromures du Huasco-Alto et ceux de Copiapo. Ce filon affleure à une hauteur de 1,320 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui est à peu près la hauteur des affleurements des filons argentifères d'Arqueros, d'Agua-Amarga et de Chañarcillo. La roche encaissante, comme toute la masse de ladite montagne de los Algodones, se compose de porphyres bigarrés, stratifiés, en couches légèrement inclinées à l'est, et alternant avec quelques assises d'une espèce de grès rouge à grain

semi-cristallin, et de roches compactes non calcaires. La montagne se trouve tout au plus à une lieue de distance du contact (du côté de la mer) des roches secondaires stratifiées, avec les granites du terrain soulevant de la côte. Sous tous ces rapports, le gisement de l'iodure correspond, par sa situation géologique, sa hauteur et les caractères géologiques de la roche, au gisement des chlorures et chlorobromures d'argent du Chili.

Le porphyre qui se trouve dans le voisinage et au contact du filon est d'un brun violacé avec des taches grises, cendrées, verdâtres, contenant de tout petits cristaux feldspathiques (?) très-irréguliers et du carbonate de chaux spathique disséminé en veinules, en pointes et en noyaux tout à fait irréguliers. Il passe aussi insensiblement, comme tous les porphyres du même terrain, aux brèches porphyriques de même couleur que les porphyres.

On est encore au commencement de l'exploitation de ce filon, qui ne se montre jusqu'à présent que sous la forme d'une veine de 2 à 3 mètres d'épaisseur, et qui s'interrompt ou se disperse à tout moment, sans présenter des parois ou des salbandes de véritables filons. On n'a encore pénétré qu'à une dixaine de mètres de profondeur, et à peine a-t-on reconnu le prolongement de la veine sur une longueur de 20 à 30 mètres. Elle paraît s'étendre dans la direction N. 5 à 7° O., et descend presque verticalement, en s'inclinant un peu vers l'ouest. On a retiré près des affleurements environ 30 quintaux de minerai, dont la gangue se compose en majeure partie de carbonate de chaux et d'une substance argileuse d'un brun rougeâtre, hydratée, d'un grain terreux excessivement fin, et

pour le reste de porphyres de la roche encaissante. Ce minerai a donné à l'essai, terme moyen, 0,014 d'argent. Il se trouvait très-inégalement disséminé au milieu de la veine, et bientôt il disparut entièrement; mais je viens d'apprendre, il y a quelques jours, qu'on en a reconnu la présence dans la partie inférieure de la veine.

C'est au milieu des gangues que je viens de citer, et de préférence au milieu de la substance terreuse rougeâtre, qu'on voit disséminée une substance jaune en petites particules très-irrégulières, qui ne sont que de l'iodure d'argent parfaitement pur. On n'a trouvé jusqu'à présent qu'un petit nombre d'échantillons où cette substance se montre bien à la vue en veinules fort irrégulières, imitant bien celles des chlorobromures de Chañarcillo (1). Un de ces échantillons m'a permis d'étudier l'espèce pure, dégagée de tout mélange de substances étrangères, et dont voici les principaux caractères minéralogiques et chimiques.

L'iodure d'argent natif est d'un jaune de soufre pâle ou *d'un jaune citrin*, quelquefois un peu verdâtre. (Il ressemble, sous ce rapport, tantôt au soufre, tantôt au molybdate de plomb de Chapirca, tantôt au schéelin calcaire de Llamuco ou au phosphate d'urane.)

Il ne change pas de couleur, même lorsqu'on l'expose pendant plusieurs jours à l'action directe du soleil, et en cela, comme on voit, il diffère de l'iodure d'argent artificiel.

---

(1) Malheureusement, lorsque je suis arrivé à la mine de los Algodones, tout le minerai était déjà moulu ou concassé en petits morceaux, d'où, à peine, ai-je pu sauver quelques fragments intéressants.

Son éclat est résineux, quelquefois plus vif que celui des chlorures ou chlorobromures amorphes.

Sa structure est lamellaire. Il paraît même avoir des clivages, outre les fentes transversales qui se croisent en toutes directions : quelques fragments m'ont donné des formes rhomboédriques.

Il est un peu plus tendre que le chlorure et le chlorobromure; il s'égrène sous le couteau; il n'est pas du tout malléable, et il se réduit facilement en poudre, même lorsqu'il a été préalablement fondu.

Il est translucide, et quelques petits fragments sont semi-transparents.

Son poids spécifique est 5,504.

Il se fond à la flamme d'une bougie, mais il paraît être un peu moins fusible que le chlorure.

Sur le charbon, il devient rouge et se fond en une boule, laquelle, en se refroidissant, prend une couleur grise semi-métallique, ou devient d'un jaune sale; en dirigeant sur ce globule la flamme intérieure du chalumeau, sa surface se couvre d'une infinité de petits globules blancs métalliques d'argent, et en même temps, le charbon se couvre d'un dépôt jaunâtre du côté où se dirige la flamme.

Il ne se réduit pas à froid par le fer, lorsqu'on le frotte avec un couteau soit sec, soit humecté avec de l'eau; mais il se réduit aussi facilement que le chlorure, lorsqu'on le met en contact avec du zinc ou du fer dans de l'eau acidulée.

Il ne se réduit non plus à froid par le mercure, lors même qu'il se trouve en présence d'une dissolution saturée de sel marin : aussi on n'a pu tirer que 4 à 5 marcs d'argent d'une

quantité de 16 à 17 quintaux de minerai, en traitant ce minerai, pendant 20 jours, dans la saison des plus grandes chaleurs, par la méthode d'amalgation *por patio*, qu'on emploie avec succès pour les minerais chlorurés et chlorobromurés de ce pays. Ces mêmes 4 à 5 marcs d'argent provenaient d'une petite proportion d'argent natif excessivement menu qui accompagne l'iodure. On va maintenant essayer de traiter le même minerai, en le soumettant préalablement à un grillage prolongé, au contact de charbon.

L'acide nitrique concentré et bouillant décompose l'iodure natif avec dégagement de vapeurs d'iode et de vapeurs nitreuses : ces vapeurs se dégagent au moment où l'acide commence à bouillir; mais bientôt elles disparaissent, et ne se montrent de nouveau que lorsque l'acide cesse de bouillir. Le même phénomène se reproduit chaque fois qu'on met l'acide en ébullition.

L'acide sulfurique décompose encore plus facilement le minéral; de sorte qu'en faisant bouillir dans un matras à long col un mélange d'iodure, de peroxydé de manganèse et d'acide sulfurique faible, tout l'intérieur du matras se remplit d'une belle vapeur violette, et au bout de quelque temps, l'argent se dissout, et une partie d'iode reste condensée près de l'ouverture du col.

L'acide muriatique concentré et bouillant le dissout, mais il paraît qu'il n'exerce sur ce minéral qu'une action dissolvante; car il ne s'en dégage pas d'iode, même lorsqu'on y ajoute du peroxyde de manganèse. En ajoutant de l'eau, la liqueur se trouble, devient laiteuse et dépose de l'iodure, qui se noircit facilement par l'action de la lumière.

Il est presque insoluble dans l'ammoniaque, mais il se décompose promptement par l'ammoniaque mélangé d'hydrosulfate d'ammoniaque.

J'ai analysé la partie riche de ce minerai par la même méthode que celle dont je me sers pour les chlorures et les bromures. Voici les détails d'une de mes analyses :

5 grammes de la partie la plus riche de l'échantillon, traités par l'acide acétique, laissèrent 2gr.,4 de résidu, et ce dernier, repris par l'acide oxalique, donna, pour la partie inattaquable, 2gr.,255.

Ces 2gr.,255 de résidu jaune, mélangé d'une argile blanchâtre, ont été digérés pendant 24 heures dans l'ammoniaque mélangée d'hydrosulfate d'ammoniaque. Puis on a repris le sulfure par l'acide nitrique pur, et on a recueilli le résidu, qui, après avoir été bien lavé, séché et grillé, donna un poids d'argile de 0,714. (Cette argile, qui, dans le minerai, se trouve toujours hydratée, perdit son eau par l'action de l'ammoniaque et du grillage.)

L'argent précipité de sa dissolution nitrique a donné en chlorure 0,853, ce qui correspond en argent à 0,6425.

La liqueur contenant l'iode a été évaporée jusqu'à siccité, en faisant bouillir cette liqueur dans une fiole. On a versé ensuite quelques gouttes d'acide acétique, et après avoir ajouté un peu d'eau, on a laissé la dissolution pendant quelque temps dans la même fiole bouchée, puis on l'a filtrée, etc.

Dans cette dissolution, qui était parfaitement claire et incolore, on a versé 1gr.,19 d'argent (au titre de 996), dissous dans l'acide nitrique. Le

précipité qui se forma sur-le-champ était d'un jaune sale, obscur ; mais en ajoutant de l'eau et en laissant le tout, pendant 2 à 3 heures, dans un endroit chaud, ce précipité devint d'un jaune pâle-clair, et il se réunit au fond de la fiole en un dépôt grenu.

Ce précipité, lavé et desséché aussi complétement que possible, puis fondu dans une capsule tarée, couverte d'un entonnoir, a pesé 1 $^{gr.}$,370 : ce qui donne pour la proportion de l'argent contenu dans l'iodure natif $\frac{6,425}{13,700} = 0,4689$.

La liqueur qui provenait de la séparation de ces 1$^{gr.}$,370 d'iodure a donné ensuite, en y ajoutant de l'acide muriatique, 0,708 de chlorure d'argent ; ce qui correspond à 0,5333 d'argent fin. En retranchant ce 0,533 de 1$^{gr.}$,185 d'argent fin qu'on avait versé dans la dissolution iodique, reste 0,652 pour l'argent contenu dans l'iodure : ce qui ne diffère que de 0,0094 (sur 1$^{gr.}$,37 d'iodure pur) de la quantité d'argent obtenu directement du minéral, et cette différence ne correspond qu'à 0,0046 d'iode.

Je n'ai qu'à ajouter que tout ce que je viens de dire sur les caractères de l'iodure d'argent natif se rapporte à la variété lamellaire cristalline, que j'ai eu occasion d'examiner sur un des plus beaux échantillons qu'avait produits la mine. Mais dernièrement, j'ai observé que, dans quelques pierres qu'on vient de m'apporter de la mine, la même substance minérale se trouve disséminée en particules excessivement divisées, terreuses, qui ne conservent pas aussi bien leur couleur jaune, étant exposées à l'action directe du soleil, que l'iodure lamellaire. En effet, il peut se faire que ce

soit l'état de cohésion, inhérent à la structure lamellaire de l'iodure natif (degré de cohésion que nous ne savons pas donner à l'iodure), qui donne au minéral que je viens de décrire la propriété de conserver sa couleur sous l'action de la lumière, et qui constitue la principale différence entre l'iodure natif et l'iodure artificiel.

Alliage natif d'argent et de bismuth. — Parmi les échantillons que M. Darlu m'envoya, il y a un an, des mines d'argent de San Antonio (Copiapo), il y en eut un qui avait attiré particulièrement son attention, et qui contenait une substance métallique d'un blanc d'argent, un peu jaunâtre, disséminée en petites lamelles au milieu d'une gangue grise, argileuse et mélangée de particules amorphes, irisées, d'arséniure de cuivre. Cette substance lamelleuse est malléable, soluble même à froid dans l'acide nitrique, et la dissolution se trouble en ajoutant beaucoup d'eau.

J'ai analysé ce minéral par l'acide nitrique, ayant soin de maintenir la liqueur très-acide; j'ai ensuite précipité l'argent par l'acide muriatique, et puis le cuivre, le bismuth et l'arsenic par l'hydrogène sulfuré. J'ai séparé l'arsenic des deux autres sulfures par l'hydrosulfate, et, en reprenant ensuite ces derniers par les acides, j'ai séparé le cuivre du bismuth au moyen du carbonate d'ammoniaque, etc.

Par ce procédé, j'ai obtenu, pour la composition du minéral, pris dans la partie la plus riche de l'échantillon :

Argent.	0,001
Bismuth.	0,101
Cuivre.	0,078
Arsenic.	0,028
Gangue quartzeuse, hydrate de fer, etc. . . .	0,192
	1,000

La proportion de l'arsenic correspond à peu près à celle du cuivre pour former l'arséniure Cu^3Ar qui entre dans la composition de presque toutes les variétés de minerai d'argent de San Antonio, tandis que l'argent me paraît former un alliage natif avec le bismuth. M. Darlu va examiner ce minéral en place, et m'a promis de me procurer d'autres échantillons que je ne manquerai pas d'examiner avec une attention particulière, pour m'assurer de l'existence de cette espèce.

Argent rouge de Copiapo. — Presque tout l'argent rouge du Chili est de l'argent rouge arsénical. Lorsqu'il est cristallisé, on le trouve à peu près de la même composition que le rubis-blende de Annaberg analysé par M. Rose. Mais le plus souvent, l'argent rouge de ce pays, connu par les mineurs sous le nom de *rosicler,* est amorphe, noir à la surface, et sa poussière est d'un rouge de brique plus ou moins foncé. Dans ce cas, sa composition varie à l'infini, et malgré l'homogénéité de son grain, on est obligé de le considérer comme un mélange de l'espèce pure avec de l'arsenic natif et quelquefois avec du sulfure d'argent.

OR.

J'ai analysé plusieurs variétés d'or natif du Chili, en me servant du procédé de M. Rose (décrit dans les Annales des mines, 3ᵉ s., 5ᵉ vol.), par le moyen de l'acide oxalique. J'ai opéré dans des fioles à fond plat, et avant d'ajouter de l'acide oxalique, j'évaporais la dissolution d'or jusqu'à sec : de cette manière on évite les pertes que l'effervescence pourrait occasionner, et la réduction se fait dans 4 à 5 heures.

Voici la composition de l'*or de laveries* (oro de lavadero) provenant de quatre localités diverses du Chili :

Localités.	Punitaqui.	Casuto		Guaicu.	Andacollo.		
Or.	0,9162	0,8660.	0,8404	0,8569	0,9600	0,9315	0,9180
Argent. . .	0,0779	0,1320	0,1539	0,1375	0.0310	0,0672	0,0785
Cuivre. . .	0,0023	0,0004	0,0010	0,0004	0,0016	0,0015	0,0017
Fer. . . .	0,0021	0,0018	0,0009	0.0020	0,0013	0,0003	0,0018
	0,9985	1,0002	0,9962	0,9968	0,9939	1,0005	1,0000

(1) Or d'alluvion de Punitaqui : en gros grains, d'un jaune foncé, sans taches à l'extérieur; la plupart des grains sont aplatis : d'autres présentent une structure fibreuse et empâtent dans leur intérieur des petits grains de quarz. Cet or, quoique réduit en lames les plus minces possible, donna à l'analyse 0,001 de quarz, qu'on a obtenu en reprenant le chlorure d'argent par l'ammoniaque.

(2) et (3) Or des laveries de Casuto. — (2) En grains très-irréguliers, poreux, présentant des taches noires fortement attachées à la surface, et une argile ocracée dans les cavités intérieures. Le poids de ces grains varie de 1 à 2 décigrammes,

et l'or de cette espèce, connu dans le commerce sous le nom de *oro crespo*, passe pour de l'or d'un titre inférieur à celui de l'espèce suivante (3) à cause du déchet qu'on éprouve dans la fonte de ces grains, par suite de l'argile qu'ils renferment.

L'or (3) provenant des mêmes alluvions que le précédent, et connu sous le nom de *oro liso*, se trouve en gros grains (*pepitas*) bien arrondis, polis et propres à la surface, d'un jaune pâle. Ces grains ont ordinairement 2 à 3 et quelquefois jusqu'à 8 et 10 grammes de poids : on a même trouvé des *pepas* qui pesaient plus d'une livre espagnole.

(4) Or des laveries de Guaicu (province de Talca) : en grains de diverses grandeurs depuis 1 jusqu'à 80 centigrammes de poids ; d'un jaune foncé rougeâtre, raboteux à la surface et poreux. Cet or provient d'une des laveries les plus considérables dans les provinces du sud.

(5), (6) et (7). Or des laveries de Andacollo, exploitées depuis le temps de la conquête et les plus considérables de toutes les laveries de la province de Coquimbo.

L'or (5) est en poudre extrêmement menue, d'un beau jaune, un peu rougeâtre, mélangé de petites particules d'or noir, de petits grains de quartz et d'hydrate de fer. Le plus pur, digéré dans l'acide muriatique, donna à l'analyse 0,004 de quartz, en poudre impalpable. C'est l'or qui se trouvant attaché aux grains de sable et en partie engagé dans ces grains, échappe au premier lavage, et ne s'en sépare que par l'exposition à l'air et en tas de ces premiers résidus de lavage : de sorte que lorsque les laveurs reprennent ces

mêmes résidus huit ou dix ans après, ils en retirent encore une quantité considérable de cet or menu.

L'or (6) fesait partie d'une *pépite* bien arrondie, pesant environ 4 grammes, et à surface bien propre, égale, d'un beau jaune foncé.

La troisième variété (7) est de l'or nommé *oro negro* à cause de sa surface très-inégale, couverte d'un vernis noir qui lui est fortement attaché. Cette substance noire n'est que de l'hydrate de fer : elle se dissout facilement dans l'acide muriatique et ne contient pas de traces de cuivre.

On voit d'après cela : 1° que l'or d'alluvion du Chili contient 2 à 3 millièmes de cuivre et de fer comme la plupart des variétés de l'or de Sibérie, analysées par M. Rose. On s'est assuré que les liqueurs muriatiques dans lesquelles on faisait digérer les échantillons d'or pris pour l'analyse, ne contenaient pas de cuivre ; 2° que les mêmes *laveries* et les mêmes localités donnent de l'or de diverses espèces et de différents titres : de sorte, que pour reconnaître la véritable composition atomique des espèces, on ne devrait analyser que de l'or en morceaux entiers et non de l'or en poudre ou en petits grains mélangés pris dans l'état où on les extrait des laveries.

On pourrait aussi admettre, au moins pour l'or natif du Chili, qu'en général l'or menu est d'un titre plus élevé que l'or qui se trouve en gros grains et en *pépites*.

Il m'a paru qu'il ne serait pas inutile d'ajouter ici quelques observations générales sur le gisement de l'or au Chili et sur la nature des minerais aurifères de ce pays : je vais commencer par l'or de laveries (oro de lavaderos).

Les alluvions aurifères du Chili se composent de couches horizontales de sables, gravier, poudingues argileux et argiles sablonneuses. Elles se trouvent toujours au milieu de roches granitiques, formant des bassins de peu d'étendue et dont le fond est toujours de granite. Ces bassins se trouvent à diverses hauteurs, qui rarement excèdent 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer; on ne les rencontre jamais au milieu du terrain tertiaire de la côte, ni au milieu du terrain secondaire des Andes : les laveries les plus considérables du Chili se trouvent dans le terrain granitique de la côte et non pas dans la partie haute du système.

Les sables aurifères de ce pays se distinguent des sables tertiaires et des sables tout à fait modernes, par leur grain anguleux, plus ou moins grossier, et par l'absence presque complète de parties calcaires. Ils se composent ordinairement de fragments de feldspath et de quartz, mélangés de paillettes de mica, et très-souvent de cailloux d'hydrate de fer ou de particules de fer micacé. On n'y trouve pas de débris de corps organiques.

L'or se trouve ordinairement disséminé dans toute l'épaisseur de ces alluvions, qui rarement descendent à plus de 40 à 50 mètres au-dessous de la surface de la terre; mais la principale richesse se concentre dans la partie la plus basse du bassin, c'est-à-dire dans les lits de sables ou d'argiles qui recouvrent le granite. Cette partie riche du terrain, nommée par les mineurs du pays *manto*, n'a ordinairement qu'un pied d'épaisseur, et suit toutes les inégalités du fond du bassin, qui a toujours la forme d'un ravin évasé, dont la lar-

geur atteint rarement une demi-lieue, et qui dans certaines laveries, comme dans celles de Hierro Viejo (département de Petorca) n'a qu'une centaine de mètres de large. Le véritable *manto* se reconnaît dans la plupart des cas par la présence de cailloux de quarz hyalin, d'hydrate de fer et de fer spéculaire, qui sont en même temps les seules espèces qu'on rencontre aux affleurements des filons aurifères au Chili, et dans la partie supérieure de ces filons. Cependant la règle n'est pas générale, et pour le prouver, je n'ai qu'à citer les alluvions aurifères de Casuto (situées à 4 lieues de la côte, vers la moitié du chemin de Coquimbo à Valparaiso) qui produisent actuellement plus d'or que les autres laveries du Chili.

Le terrain d'alluvions aurifères de Casuto forme une plaine qui n'a qu'environ une demi-lieue de largeur et 2 à 3 lieues de longueur : elle se trouve entourée de montagnes basses granitiques, arrondies, à l'endroit où concourent plusieurs vallées anciennes, et elle est coupée par des ravins modernes étroits. Les roches qui l'environnent sont des granites ou des masses euritiques présentant divers systèmes de fentes et divisions prismatiques ou rhomboédriques. Quoique la surface de la plaine soit assez unie, l'épaisseur des alluvions varie d'un point à l'autre à cause de l'inégalité de la surface des roches qui leur servent de fond. Ce fond granitique avait été anciennement coupé par des ravins dont les directions ne correspondent pas tout à fait à celles des ravins qui actuellement sillonnent les couches d'alluvions aurifères. L'or se trouve principalement dans la partie inférieure de ces alluvions, et comme la roche qui leur sert de base présente un fond très-irrégulier et inégal,

il en résulte que le *manto*, obligé de suivre toutes les sinuosités de ce même fond, se trouve à diverses profondeurs au-dessous de la surface. Le *manto* le plus riche de ces laveries a été trouvé à l'endroit de la plus grande épaisseur des alluvions, et où le fond du rocher présente une concavité oblongue courant à peu près du N. au S. Cette concavité indiquant le lit d'un ancien ravin, court le long d'un dyke ou gros filon euritique, couvert d'alluvions, et sa direction ne correspond nullement à celle du principal ravin moderne qui coupe ces alluvions, et par lequel débouchent les galeries d'écoulement pratiquées dans le manto. Deux des plus riches propriétés de mines, celles d'Urutia et de Rojas, se trouvent dans cet endroit, et voici de quoi se compose le terrain dans la mine d'Urutia où les alluvions ont environ 24 mètres d'épaisseur : 1° La roche du fond, comme je viens de dire, est du granite, à côté duquel on voit une masse compacte euritique, d'un gris bleuâtre, se divisant en rhomboèdres. 2° Immédiatement au-dessus de ces roches, se trouve le *manto* composé d'une couche mince d'une argile bleuâtre qui se délaye facilement dans l'eau et qui n'a que 6, 8 et rarement 12 pouces d'épaisseur. Ce *manto*, nommé par les mineurs *manto azul*, ne renferme que quelques cailloux granitiques bien arrondis, et point de cailloux de quarz ou d'oxydes de fer comme dans les autres laveries. Tout l'or qu'on retire de ce manto est en gros grains et en pepitas, c'est l'or connu sous le nom de *oro liso* dont je viens de donner l'analyse n° (3). 3° Au-dessus de ce manto et dans le manto même, on voit d'énormes blocs granitiques (*farellones*) aux arêtes émoussées, dont quelques-uns ont plus de

60 pieds cubes de volume. Ils s'y trouvent empilés les uns sur les autres, et les vides sont en grande partie remplis de la même argile qui compose le manto. 4° Au-dessus des blocs viennent des couches de pierres roulées de grosseur moyenne, recouvertes par une espèce de pouding (*caseajo*) composé de petits cailloux bien arrondis, réunis par une pâte argileuse brunâtre. 5° Enfin les dernières assises qui recouvrent les poudingues, consistent en argiles jaunes et rouges, sablonneuses, et la surface de la plaine est en sables fins, dépourvus de ces pierres roulées et blocs qui constituent la partie inférieure du terrain. Telle est à peu près la succession des couches d'alluvions de Casuto; seulement la grosseur des détritus et la nature du *manto* varient dans différents points de la plaine : ainsi soit qu'on s'approche de la côte, ou qu'on descende du côté du nord, la couleur du *manto* change, ses argiles deviennent jaunes ou rouges-brunâtres, remplies de fragments de roches compactes anguleux, et en même temps le *manto* ne produit que de l'or poreux, noirâtre, le même *oro crespo* dont j'ai donné la composition (2).

Ce qui paraît être général et commun à tous les terrains d'alluvions aurifères, c'est que partout où se montrent ces *mantos* aurifères, on voit aussi s'infiltrer par les mêmes mantos, des nappes d'eau souterraines qui inondent souvent les travaux des mineurs et qui fournissent de l'eau pour le lavage des terres qu'on extrait.

Il serait impossible de déterminer la loi moyenne des sables aurifères du Chili, à cause de ces mêmes grains et pépitas qui s'y trouvent très-inégalement disséminés, et qui cependant constituent la ri-

chesse principale du terrain. Cependant si l'on recueille des quantités considérables de ces sables, et si on les essaye, après les avoir broyés et passés par un tamis fin pour séparer les gros grains et les *pépas*, il est rare de trouver dans la partie tamisée plus d'une once d'or par 64 quintaux. On pourrait citer comme exception à cette règle un sable aurifère rouge, découvert aux environs de Casa Bianca (sur le chemin de Valparaiso à Santiago), composé de grains de quarz carrié teint en rouge et qui donne à l'essai près d'une demi-livre d'or par 64 quintaux.

Passons maintenant aux filons aurifères et aux minerais qu'ils produisent.

Parmi ces minerais on distingue ordinairement :

1° Les minerais d'or proprement dits, c'est-à-dire ceux qu'on traite seulement pour or ;

2° Minerais d'argent aurifères.

Parmi les premiers, les mineurs du Chili distinguent ceux qui ont pour gangues des oxydes, de ceux qui se composent essentiellement de pyrites : les premiers portent le nom de minerais de couleur (*metales de còlor*), les autres celui de minerais de bronze (*metales de bronce*).

Les minerais de couleur ne se montrent qu'à la partie supérieure des filons ou tout près de leurs affleurements : les plus abondants se composent de quartz et d'hydrate de fer et les plus riches consistent ordinairement en une espèce de quartz carrié mélangé d'hydrate de fer et d'argile ocracée. L'or de ces minerais est en général plus fin que l'or d'alluvions, et il s'y trouve disséminé en paillettes tellement minces et légères que, d'après

l'*observation* des mineurs de ce pays, pour qu'un minerai contienne une livre d'or au caisson (64 quintaux), il faut que les pierres qui sortent de la mine présentent déjà de l'or à la vue, avant qu'elles soient broyées et lavées. J'ai souvent eu l'occasion de constater ce fait, et cela est d'autant plus remarquable, qu'on sait que lorsque les minerais d'argent présentent de l'argent à la vue, on est sûr de trouver une teneur au moins de 40 à 50 marcs au caisson, telles minces que soient les particules de ce métal. La facilité avec laquelle on traite ces minerais par amalgamation, en ne faisant que verser du mercure dans le bassin du *trapiche* pendant qu'on est à moudre le minerai; cette facilité, dis-je, et le peu de frais que demande l'exploitation de cette classe de minerais qui ne descendent presque jamais à des grandes profondeurs, permettent de traiter ces minerais avec avantage, lors même qu'ils ne contiennent que 12 à 15 *castillanos*, c'est-à-dire 12/100 à 15/100 d'une livre d'or par 64 quintaux.

Mais outre les *minerais de couleur* que je viens de décrire, il y en a d'autres, de la même classe, dont on ne retire jusqu'à présent presque aucun avantage. Ces derniers sont de deux espèces : *a*) minerais de couleur cuivreuse; (*a*) (*b*) minerais plombifères.

(*a*) J'ai déjà eu l'occasion de dire dans mes mémoires antérieurs, que presque tous les minerais de cuivre provenant des mines situées dans le terrain granitique de la côte, sont aurifères, et il n'est pas rare de rencontrer des paillettes et des pointes d'or au milieu des carbonates, des oxydes et des oxychlorures de cuivre. Tous ces minerais, en gé-

néral, sont trop pauvres en or pour qu'on puisse les traiter pour or.

(*b*) Les minerais de couleur plombifères se composent de carbonate de plomb, mélangés quelquefois de carbonate de cuivre : on ne les a trouvés jusqu'à présent qu'en quantités peu considérables et seulement dans quelques mines d'or de peu d'importance. L'or de ces minerais est d'un très-bas aloi. Jusqu'à présent je n'ai eu l'occasion d'examiner que trois échantillons qui m'ont été envoyés de trois diverses localités. Les échantillons ont donné à l'essai :

	(1)	(2)	(3)
Plomb. . .	0,22200	0,61000	0,44000
Argent. . .	0,00660	0,00440	0,00050
Or.	0,0000312	0,00005	0,00005

Le premier de ces échantillons provient d'une ancienne mine d'or, nommée mine de Garin (département de Copiapo), et le minerai, composé de carbonate de plomb, d'une faible proportion de galène et d'une gangue ocracée aurifère, forme des rognons de diverses grosseurs au milieu d'une argile ferrifère.

Le second (2) vient d'une autre mine d'or située dans le département de Copiapo, mais dont la localité et le gisement me sont inconnus : cet échantillon ne renferme que du carbonate sans aucun mélange de sulfures.

Enfin le troisième morceau vient d'une mine d'or située à 30 lieues de Santiago, dans la Hacienda de Cocalan. Un minerai de même nature avait été trouvé dans un filon aurifère de la montagne de Carcamo (département de Ovalle), et je possède un échantillon de ce minerai qui présente

un bouton d'or argentifère extrêmement pâle, engagé dans un mélange de carbonate de plomb et de cuivre.

L'apparition de ces minerais de plomb dans les filons aurifères de ce pays, est d'autant plus remarquable, qu'en général le plomb et l'argent sont extrêmement rares dans le terrain non stratifié granitique, auquel se rapporte le gisement des mines d'or du Chili.

Les minerais de pyrites aurifères (*metales de bronce de oro*) sont incomparablement plus abondants que les minerais de couleur : ils forment des filons qui ont quelquefois 2 à 3 mètres de largeur, et ils descendent souvent à des profondeurs très-considérables. Le filon de Las Vacas (département de Illapel) a été reconnu jusqu'à plus de 200 *estados* (400 vares = 330 mètres), et il continuait à donner toujours la même abondance de minerai ; seulement la teneur des pyrites allait en diminuant, jusqu'à ce que les difficultés d'extraction et d'épuisement, devenant de plus en plus grandes, déterminèrent le propriétaire à suspendre les travaux.

La pyrite aurifère est amorphe ou cristallisée en cubes et octaèdres, rarement en formes de cristallisation plus compliquées ; quelquefois elle est en même temps cuivreuse, présentant de belles couleurs d'iris. Le quartz qui l'accompagne est ordinairement poreux, opaque. L'or s'y trouve presque toujours en particules excessivement fines, d'une très-belle couleur et d'un titre très-élevé : il est fort rare de trouver des échantillons de ces minerais avec de l'or pouvant se distinguer à la vue.

En général, les minerais pyriteux qu'on traite avec avantage dans cette république ont 0,000025 à 0,00003 d'or (16 à 20 castillanos (1) par 64 quintaux) et voici la teneur des minerais provenant des principales mines qu'on est encore en train d'exploiter au Chili.

				Castillanos.
Petorca.	— Mina del Bronce.	— Terme moyen.	0,0000312	20 p. 64 quint.
Id.	*Id.*	Pyrites jetées dans les déblais.	0,0000166	10 *Id.*
Ilapel.	— Mina del Romero.	— Pyrites un peu cuivreuses, mélangées de beaucoup de gangue. . .	0,0000250	16 *Id.*
Id.	*Id.*	Pyrite pure cristallisée en octaèdres.	0,0000200	12 *Id.*
Id.	— Mina de las Vacas.	— Terme moyen.	0,0000300	16 à 20 *Id.*
Rançagua.	— Mine d'Yaquil.	— Pyrite cuivreuse.	0,0001500	96 *Id.*

Outre les minerais de pyrite aurifère pure ou cuivreuse, on retire de plusieurs mines du Chili, particulièrement dans les provinces du sud, des minerais de pyrites mélangées de beaucoup de blende et quelquefois d'un peu de galène et de mispikel. La blende de ces minerais est ordinairement noire, et comme celle de Marmato, analysée par M. Boussingault, la blende aurifère du Chili est aussi soluble dans l'acide muriatique pur avec dégagement d'hydrogène sulfuré. On l'a trouvée composée de :

Protosulfure	de zinc. .	0,897
—	de fer. .	0,103

Les minerais de cette espèce sont souvent plus riches que ceux de pyrites pures, et la blende

(1) 1 castillano = 1/100e de livre.

sert ordinairement aux mineurs d'indice pour la présence de l'or.

Pour terminer enfin cet article sur les minerais d'or proprement dits, il me reste à ajouter quelques remarques relativement à l'or natif de tous ces minerais en général.

1° D'abord, quelle que soit la nature de la gangue, la richesse du minerai diminue à mesure qu'on descend, l'or devient de plus en plus menu, et son titre augmente. Tout l'or qu'on rencontre en gros grains et en morceaux pesant plus d'un gramme de poids (pépites), vient des alluvions aurifères, qui résultent évidemment de la destruction de la partie la plus élevée des filons, et il est extrêmement rare de trouver actuellement au-dessous de la crête d'un filon de l'or en gros grains, semblables à ceux des laveries, engagés dans leur gangue. On remarque sous ce rapport beaucoup d'analogie avec de l'argent natif, dont les grandes masses ainsi que les minerais riches ont été presque toujours trouvés près de la surface de la terre ou à des profondeurs peu considérables.

2° On n'a jamais trouvé au Chili de l'or cristallisé, soit dans les alluvions, soit dans les filons aurifères. Cette absence complète de formes cristallines dans une substance qui, dans d'autres parties du globe, se montre si souvent cristallisée, doit avoir eu pour causes les mêmes circonstances qui se sont opposées à la cristallisation de la plupart des minéraux dans le système des Andes du Chili. En effet, des minéraux qu'il est si facile de rencontrer en cristaux dans les mines de l'ancien continent, ou sur la côte orientale de l'Amérique, comme par exemple : la galène, la blende, le sul-

fure de cuivre, le sulfure d'argent, l'argent natif, les oxydes de fer, le cinabre, etc., ne se trouvent jamais cristallisés au Chili; d'autres, comme le cobalt gris, la pyrite cuivreuse, l'argent rouge, etc., ne donnent que de tout petits cristaux, ou ne font que présenter des traces d'une cristallisation confuse et gênée. Le carbonate de chaux même ne donne qu'un petit nombre de formes dans ces terrains, et on y remarque en même temps l'absence complète des pierres gemmes, de l'étain et des minéraux fluorés.

3° On a découvert et on a exploité un si grand nombre de filons d'or et de laveries au Chili, qu'il n'y a presque pas une montagne sur la côte granitique de ce pays, qui ne porte quelques traces d'anciens travaux, quelques coups de fleurets de mineurs. On peut considérer tout le terrain de la côte de l'océan Pacifique comme aurifère. J'ai voulu seulement reconnaître si l'or qui se concentre de préférence dans les filons, n'est pas un des éléments de la masse encaissante, de la masse de tous ces rochers qui constituent la chaîne d'escarpements de ladite côte de l'Océan. Dans ce but, j'ai fait divers essais des terres que j'avais soin de recueillir à la surface des rochers, sur les pentes où on n'apercevait pas la moindre trace de filons aurifères. Ces terres se composaient de grains anguleux de feldspath, mélangés de petits grains de quartz et de quelques paillettes de mica. Des essais faits sur 200 grammes de ces terres m'ont donné une particule d'or sensible à la balance et correspondant à plus d'un millionième de la substance essayée.

Quant aux minerais d'argent aurifères, je crois qu'on pourrait admettre pour règle générale : que

l'argent provenant du traitement des minerais chlorurés, chlorobromurés ou iodurés, comme aussi celui qui provient d'amalgames natifs, n'est pas du tout aurifère, mais que les minerais d'argent qui contiennent des sulfures de plomb ou de cuivre, des sulfures doubles d'argent ou de cuivre, des minerais arséniés, etc., contiennent toujours quelques traces d'or. La proportion de ce dernier, dans les minerais du Chili, est tellement petite, qu'on n'a jamais songé à en tirer parti.

MERCURE.

Un procédé simple, commode et aussi exact que les meilleurs modes d'essayer les minerais de mercure en grand, m'a fait découvrir la présence du mercure dans beaucoup de cuivres gris et cuivres sulfurés du Chili. Voici en quoi consiste ce procédé.

Je prends un tube de verre d'environ 3 lignes de diamètre et de 7 à 8 pouces de longueur; je le ferme par un bout à la lampe d'émailleur et ensuite je le courbe à angle droit en forme d'une petite cornue, laissant toujours à l'extrémité recourbée 1 1/2 à 2 pouces de longueur. On introduit dans cette partie recourbée 5 décigrammes (1 gr. pour les substances très-pauvres) de la matière qu'on veut essayer, réduite en poudre fine et mélangée avec 1 à 2 p. de litharge. On commence par chauffer le tube et on élève graduellement la température, jusqu'à ce que toute la matière entre en pleine fusion et que le bout du tube commence à s'étirer. Dans ce moment, toute l'eau provenant de la gangue qui, dans ces sortes de

minerais, est toujours hydratée, se trouve condensée vers le milieu du tube et le sublimé de mercure forme un nuage qui souvent est à peine perceptible et qui occupe le coude de la partie recourbée. On n'a alors qu'à enfoncer le tube, pour un instant, un peu plus dans les charbons, et on voit immédiatement l'eau se porter vers l'extrémité du tube, tandis que le mercure se réunit en un anneau dans la partie moyenne de ce même tube. On laisse ensuite se refroidir le verre et on coupe, au moyen d'une lime, le tube tout près de l'endroit où se trouve l'anneau mercuriel. On réunit cet anneau en un seul globule; au moyen d'un pinceau, on le fait tomber dans une capsule et on pese.

On détermine de cette manière, avec la plus grande facilité, jusqu'à un demi-millième de mercure dans une substance, et ce procédé me paraît être plus exact et plus commode que celui qui consiste à opérer dans des cornues de verre ou de grès sur des quantités considérables. En effet, il n'est pas facile de ramener dans ces cornues la matière à un degré de fusion aussi complète sans trouer le vase, ni de recueillir aussi complétement le mercure que dans un tube. La litharge employée en excès sert non-seulement à brûler le soufre et le sélénium, mais aussi à modifier l'arsenic, l'antimoine et le bitume qu'on rencontre si souvent dans les minerais de mercure; de sorte que le sublimé qu'on obtient est tellement pur et dégagé de toute substance étrangère, que le mercure se réunit avec la plus grande facilité en un seul globule.

Au moyen de ce procédé, qui ne présente évidemment rien de nouveau, j'ai fait grand nombre

d'essais, non-seulement des minerais provenant de différentes mines et localités, mais aussi de diverses parties de chaque minerai hétérogène.

Parmi ces minerais, il y en a une espèce qui se montre dans toutes les mines de mercure au Chili, et qui a attiré particulièrement mon attention. Ce minerai se compose, 1°, d'un mélange de parties rouges, claires, terreuses; 2° d'autres qui sont d'un gris d'acier ou d'un gris de fer, et d'un éclat métallique; 3° d'autres, qui sont d'un beau bleu, de carbonate de cuivre, et enfin 4° d'une gangue quartzeuse, ferrifère, hydratée, qui constitue plus des 3/4 du poids des parties les plus pures du minerai. En essayant séparément la partie métallique et la partie rouge, je me suis assuré que celle-ci, que l'on considérait comme du cinabre terreux, contenait toujours moins de mercure que l'autre, qu'on ne croyait même pas contenir du mercure.

Ainsi, en examinant un échantillon de minerai de cette espèce (1), provenant des mines de Punitaqui (situées à 26 lieues au sud de Coquimbo), j'ai trouvé que tandis que la partie grise métallique, entièrement dégagée de pointes rouges, donnait à l'essai 0,077 de mercure, l'autre, terreuse, qui était d'un beau rouge clair, n'en contenait que 0,05. Cela m'a déterminé à faire une analyse de chacune de ces deux substances séparément, et voici les résultats de mes premières recherches, qui demandent à être répétées sur des minerais plus purs qu'on a promis de m'envoyer.

---

(1) Cet échantillon vient d'une mine de cuivre nommée *Manto de Valdivia*, à Punitaqui.

La partie métallique, d'un gris de fer, purifiée, autant que possible, par un triage soigné, a été d'abord soumise à l'action successive de l'acide acétique et de l'acide oxalique; puis on a repris le résidu par l'acide nitrique, et on a procédé, dans l'analyse de ce résidu, comme on le fait pour analyser un cuivre gris antimonié ordinaire. Dans cette opération, la majeure partie du mercure reste à l'état d'antimonite de mercure dans le résidu de l'attaque par l'acide nitrique. On a repris ce dernier résidu par l'acide muriatique, pour séparer la gangue; on a séparé le mercure de l'antimoine par l'hydrosulfate, après avoir précipité ces deux métaux par l'hydrogène sulfuré; on a dosé le cuivre et le fer par la méthode ordinaire, comme si le minéral n'avait pas contenu du mercure, et on a dosé ce dernier en soumettant $0^{gr},5$ de ce même minéral à un essai à part par la méthode que je viens de citer.

De cette manière, on a obtenu, pour la substance métallique engagée dans sa gangue :

Carbonate de cuivre.	0,078
Hydrate de fer.	0,184
Quartz et argile.	0,388
Cuivre gris mercuriel (par différence).	0,350
	1,000

Et on a trouvé pour la composition du cuivre gris mercuriel :

Cuivre. . . .	0,336
Mercure. . .	0,240
Fer.	0,015
Zinc.	traces.
Antimoine. .	0,207
Soufre.	0,202
	1,000

Il m'a été jusqu'à présent impossible de recueillir une quantité suffisante, pour une analyse, de cette substance d'un rouge-terreux qui accompagne, comme je viens de le dire, le cuivre gris mercuriel, et qui souvent ne fait que teindre en rouge la surface et l'intérieur des concavités des grosses pierres de minerai de mercure, sans augmenter notablement leur richesse en mercure. Cette substance, excessivement divisée, formant une poussière impalpable, est presque inattaquable par l'acide muriatique, et se dissout avec facilité dans l'acide nitrique pur, sans dégagement d'hydrogène sulfuré, laissant pour résidu une poussière siliceuse blanche qui vient de la gangue. Essayée sans addition dans un tube de verre long et étroit, fermé par un bout, elle dégage de l'eau et tout son mercure à l'état d'un sublimé métallique parfaitement pur.

Deux analyses faites sur de petites quantités de matière, et dont les résultats pourraient être regardés comme approximatifs, m'ont donné :

1° Minerai d'Illapel : $0^{g},17$ de substance rouge ont donné :

	gr.
Antimoine. . . .	0,017
Mercure.	0,022
Silice.	0,045
Peroxyde de fer.	0,038
Eau et perte. . .	0,048
	0,170

Ce qui correspond à :

	gr.
Acide antimonieux.	0,0212
Oxyde de mercure. .	0,0238
Silice.	0,0450
Peroxyde de fer. . .	0,0380
Eau et perte.	0,0420
	0,1700

2° Minerai de Punitaqui : 0^g,366 de substance rouge ont donné :

	gr.
Antimoine.	0,028
Mercure.	0,045
Acide sulfurique. . .	0,007
Peroxyde de fer. . .	0,034
Silice.	0,112
Eau et perte.	0,140
	0,366

Ce qui correspond à :

	gr.
Acide antimonieux. .	0,035
Oxyde de mercure. .	0,048
Acide sulfurique. . .	0,007
Peroxyde de fer. . .	0,034
Silice.	0,112
Eau et perte.	0,130
	0,366

D'après ces résultats et d'après les caractères que présente cette substance dans un tube fermé et avec les acides, je pense qu'on pourrait la regarder comme un mélange d'antimonite de mercure, d'hydrate de fer et de silice.

Voici maintenant d'autres espèces de cuivre gris que j'ai reconnu contenir du mercure, et qui ressemblent par leur couleur, leur éclat métallique et

les minéraux qui les accompagnent, au cuivre gris dont je viens de rapporter l'analyse :

	mercure
1. Cuivre gris de la mine de mercure de Illapel, mélangé de gangue, contenant des parties bleues de carbonate de cuivre, et dégagé de parties rougeâtres : la proportion de mercure est pour 1 de.	0,050
2. Cuivre gris d'Illapel plus pur, entièrement dégagé de parties bleues et rouges, d'un gris métallique foncé.	0,070
3. Cuivre gris arsenical du Cerro del Alcaparrosa, accompagné de carbonate bleu, bien pur, sans gangue (département de Combarbalá).	0,010
4. Cuivre gris arsenical d'Andacollo, semblable au précédent.	0,006
5. Même minéral provenant de Cerro Blancó (Copiapo).	0,002
6. Cuivre gris antimonié de la mine de mercure de la Compania de Punitaqui, d'un gris plus clair que les précédents, accompagné de parties bleues et rouges et de pyrites jaunes. La substance métallique pure, engagée dans du quartz, a donné.	0,086
7. Un autre échantillon semblable au précédent.	0,064
8. Sulfure de cuivre, mélangé de deutoxyde et de carbonate de cuivre, formant des veines irrégulières d'un noir métallique, au milieu du quartz (département du Huasco).	0,010

Il peut se faire que quelques-uns de ces minéraux contiennent du séléniure de mercure ; le dernier surtout paraît annoncer la présence de ce corps, par la couleur qu'il donne à la flamme du chalumeau et par le sublimé jaune qui se forme lorsqu'on chauffe ce minéral dans un tube ouvert. Ce sublimé, qui a l'aspect de séléniure de mercure, pourrait être aussi de l'arsénite de mercure, et en effet, ce minerai provient d'une mine du Huasco Alto, qui produit divers minéraux arséniés.

On a remarqué que tous ces cuivres gris mercuriels contiennent à peine quelques traces d'argent, ou n'en contiennent pas du tout, mais on les trouve toujours associés au carbonate bleu de cuivre.

NOTE

Sur le gisement du sel gemme dans le département du Jura;

Par M. J. LEVALLOIS, Ingénieur en chef des mines.

La présence du sel gemme dans le département du Jura a été reconnue dès 1831 et 1832 par les sondages que j'y ai fait exécuter pour la compagnie des salines et mines de sel de l'Est, sans que ce fait minéralogique ait été encore enregistré. Il m'a paru qu'il n'était pas sans intérêt de réparer cette omission.

On sait que c'est à Vic, département de la Meurthe, en 1819, que le sel gemme fut découvert en France pour la première fois. M. Voltz, qui étudia ce gisement en 1821, le reconnut pour appartenir à ce qu'on a nommé depuis le terrain de *tryas*. Plus tard, les travaux de différents géologues, et notamment ceux de M. Élie de Beaumont, démontrèrent que le dépôt de sel gemme de la Meurthe doit être rapporté au membre supérieur de ce tryas, aux marnes irisées; et comme ils firent voir en même temps que les marnes irisées règnent toujours semblables à elles-mêmes tout autour de la chaîne des Vosges, ainsi que sur la lisière occidentale du Jura, l'existence du gîte salifère dans ces contrées se trouva par là même établie. Ce fut aussi là le point de départ du législateur dans l'attribution qu'il fit au domaine de l'État, par la loi du 6 avril 1825, des mines de sel gemme existant dans les dix départements de l'est. Il n'y avait donc plus, dès lors,

à *inventer* du sel gemme dans l'étendue de cette concession, et il s'agissait seulement pour le concessionnaire ou ses ayants cause de faire des reconnaissances à l'effet de savoir où et comment il serait le plus avantageux d'installer les exploitations. Évidemment il était naturel de faire d'abord ces reconnaissances là où la compagnie fermière avait déjà des établissements tout créés; aussi des sondages furent-ils commencés dès 1826, mais promptement abandonnés, près des salines d'Arc (Doubs) et de Salins (Jura).

Ayant reçu de M. le directeur général des mines, à la fin de 1827, la mission de me rendre à Salins, pour vérifier les causes qui avaient subitement fait baisser la salure et le volume de la source principale de cette saline, je fus conduit à étudier la composition et la disposition des couches minérales dans cette localité, et je profitai également de l'occasion pour faire l'étude du gisement des sources salées de la saline de Montmorot, près Lons-le-Saulnier. Or, si les traits qui caractérisent le terrain salifère aux environs de Vic sont tellement empreints à Salins et à Lons-le-Saulnier que l'identité des deux gisements n'ait pas pu paraître douteuse, il y a cependant, dans la disposition et la configuration des couches, des différences importantes au point de vue de l'exploitation. Ainsi, tandis que dans le département de la Meurthe les couches des marnes irisées ont une allure constante et une pente à peine sensible, elles présentent au contraire, dans le département du Jura, des inclinaisons et des brisures très-prononcées, témoignages des actions puissantes auxquelles elles ont été soumises depuis leur dépôt. C'est à Salins que ces conditions anor-

males dans la structure des couches minérales se manifestent le plus fortement. C'est donc là, par conséquent, que l'on pouvait diriger les reconnaissances avec le moins de certitude, et comme il s'agissait avant tout de mettre les exploitants en jouissance du sel gemme le plus tôt possible, je proposai et il fut résolu de sonder d'abord à Montmorot, point où les perturbations géologiques paraissent avoir été moins intenses. Cette résolution était encore motivée, d'ailleurs, par l'importance d'avenir beaucoup plus grande de la la saline de Montmorot eu égard à celle de Salins.

Gisement du sel à Montmorot.

Cependant des difficultés s'étant élevées entre la compagnie des salines de l'Est et le ministre des finances, sur l'interprétation des clauses du bail, ce projet ne fut pas immédiatement suivi; et ce fut seulement le 13 janvier 1831 que le sel gemme fut atteint, à Montmorot, à la profondeur de $129^{m},12$. Le sondage fut encore poussé jusqu'à la profondeur de $164^{m},29$, sans être sorti du sel : en sorte que l'épaisseur *connue* du dépôt du sel se trouve être de $35^{m},17$. Or, voici quelle a été la succession des roches traversées :

		mèt.
Terrain de transport.	Argile mêlée de sable. .	5,85
	Gravier.	1,62
Marne rouge et grise.		3,00
Marne grise mêlée de petites pierres calcaires aplaties.		2,52
Marne grise avec gypse.		4,00
Marne dure.		8,45
Marnes gypseuses avec petites pierres calcaires aplaties.		1,20
Marne gypseuse grise et noire.		14,61
	A reporter. . . .	41,25

Report. . . .	41,28
Dolomie gréseuse.	0,78
Marnes diversement colorées avec un peu de gypse.	28,42
Gypse avec marne grise.	1,30
Dolomie marneuse jaunâtre.	10,72
Marne jaunâtre avec petites pierres calcaires aplaties.	1,30
Dolomie gréseuse très-dure.	6,50
Marnes diversement colorées avec un peu de gypse.	38,85
Total jusqu'au sel. . . .	129,12
Sel blanc.	3,71
Sel plus ou moins coloré en rouge.	4,06
Sel blanc.	0,81
Sel très-mélangé d'argile.	0,33
Sel rougeâtre et grisâtre.	1,30
Sel très-mélangé d'argile.	0,33
Sel blanc plus ou moins mélangé de rouge. . .	24,63
Total général. . .	164,29

Le sel s'est donc montré tantôt blanc, tantôt coloré en gris et en rouge, et on peut dire qu'il est, en moyenne, d'une pureté au moins égale à celui du département de la Meurthe : la plus belle qualité gît entre 156 et 163 mètres de profondeur. On a trouvé aussi avec le sel la substance rouge connue sous le nom de polyalithe, qui accompagne également ce minéral à Vic et Dieuze.

Le sondage a été ouvert près de la saline de Montmorot, à un kilomètre et demi environ vers l'ouest de Lons-le-Saulnier, dans une petite plaine où coule la Vallière. Les premières couches secondaires qui existent dans le fond du bassin appartiennent, comme on l'a vu, aux marnes irisées, et elles y sont masquées par une certaine épaisseur de terrain de transport. Mais

on les voit se décéler au jour par leurs bancs de dolomie si caractéristiques, quand on approche des monticules et des chaînons qui bordent le bassin, et plus généralement de tous ceux qui se dressent aux environs de Lons-le-Saulnier; monticules et chaînons qui sont couronnés par les assises les plus basses du premier étage oolitique, pendant que le calcaire à gryphées recouvert par ses marnes bitumineuses feuilletées, en occupe la base. La nature et la corrélation de ces différentes couches de terrain ont été décrites dans le travail devenu classique de feu M. Charbaut, et je veux seulement ici faire ressortir quelques traits de ressemblance ou de dissemblance avec les formations de même ordre observées dans d'autres contrées. Ainsi, l'*inferior oolit* avec son banc de mine de fer oolitique, avec son *pecten lens* (Sow), et avec son calcaire *à entroques*, présente la même composition que dans la Lorraine. Les marnes supra-liasiques offrent aussi le même aspect, et les bancs de calcaire gris passant au grès, ainsi que les rognons à strontiane sulfatée cristalline qui y sont intercalés, ajoutent un trait de plus à la ressemblance. A Lons-le-Saulnier, comme dans la Lorraine, ces bancs renferment une grande quantité de bélemnites et d'autres fossiles, parmi lesquels j'ai reconnu comme identiques le *pecten æquivalvis* (Sow) et la *plicatula spinosa* (Sow). Je pense que c'est cette dernière coquille que M. Charbaut avait indiquée comme une *anomie*. C'est au-dessus des bancs coquillers que les marnes deviennent particulièrement schisteuses et bitumineuses, et elles renferment alors en abondance des empreintes d'une petite bivalve de la largeur d'une lentille, à stries circulaires

concentriques, qui n'avait pas non plus échappé à cet observateur. C'est la *posidonia liasina* (Haeningh.) que nous avons observée avec M. Voltz en pareille position, à Boll (Wurtemberg), et que j'ai retrouvée également dans le département de la Meurthe. Des empreintes d'ammonites, qui me paraissent aussi identiques (*A. æquistriatus*, Munster), accompagnent la posidonia liasina dans ces différentes localités.

A l'égard du calcaire à gryphées proprement dit, tout en présentant le même aspect général que dans la Lorraine, il s'en distingue en ce qu'il paraît manquer du plagiostome géant. On y voit d'ailleurs fréquemment, comme l'a indiqué M. Charbant, des bélemnites; mais ce fait n'est pas particulier au département du Jura, car j'ai reconnu tout récemment, comme une règle générale déduite d'un très-grand nombre d'observations faites dans le département de la Meurthe, que les assises supérieures du lias, qui est là parfaitement caractérisé par la *gryphæa arcuata* (Lam.), et le *plagiostoma giganteum* (Sow) et qui présente une succession non interrompue de bancs calcaires exploités sur une vingtaine de mètres d'épaisseur, renferment des bélemnites avec des gryphées arquées; de telle sorte que le même échantillon peut montrer à la fois ces deux fossiles. Toutefois, comme je n'ai pas pu déterminer les bélemnites, il est fort possible qu'elles appartiennent à des espèces autres que celles qui sont propres au calcaire à bélemnites de M. Dufrénoy.

Les formations liasiques des deux localités se rapprochent encore en cela, que le calcaire à gryphées repose aussi à Montmorot sur un grès

quartzeux (grès-infra-liasique); mais il n'a reçu ici qu'un très-faible développement.

Les marnes irisées ont un *facies* tellement caractéristique, au moins dans l'est de la France et dans l'Allemagne méridionale, que quoique dépourvues de fossiles, on ne peut les méconnaître quand on les a une fois observées. Aussi l'identité des terrains marneux d'où sortent les sources salées de la Meurthe, aussi bien que celle du Jura, est-elle saisissante à la première vue; et cette identité se soutient dans les détails, puisque M. Élie de Beaumont a suivi tout le long des Vosges, et jusque dans le département du Jura, les bancs subordonnés qui peuvent servir de repères à travers l'énorme épaisseur qu'affecte cette formation des marnes irisées, à savoir : la dolomie, puis au-dessous le grès-psammite (1), avec le combustible terreux (stipite) qui lui est subordonné, puis enfin le gypse. On observe seulement, dans un grand nombre de points des départements de la Meurthe et de la Moselle, un second gypse supérieur à la dolomie, qu'on n'a pas indiqué dans le département du Jura; mais celui qu'on exploite à Courbouzon, à 3 kilomètres S.S.O. de Lons-le-Saulnier, pourrait bien correspondre à cette position. Je dois faire remarquer aussi que le sondage exécuté à Montmorot a fait reconnaître, dans la partie inférieure des marnes, de nouvelles masses dolomitiques qui ne se présentent pas dans le département de la Meurthe.

Montmorot, comme on l'a dit, est situé sur la lisière occidentale du Jura, là où cette chaîne se

(1) C'est le grès que j'ai appelé grès de Stuttgard (Mémoires de la société géologique de France, tome 2).

se réduit à quelques chaînons peu élevés qui s'abaissent toujours de plus en plus vers l'ouest, disparaissant bientôt sous la grande formation de sables et argiles de la Bresse. Ici même ces chaînons sont fréquemment découpés en monticules conoïdes, tels que le mont Morot, le mont de Pimont, le mont de l'Hermitage, etc., couronnés seulement par quelques assises de l'*inferior oolit* renversées et toutes démantelées, qui figurent là les dernières ruines de la formation jurassique. Les chaînons dont il s'agit paraissent se diriger généralement suivant des lignes qui oscillent entre le N.-S. et le N.E.-S.O., et cette direction paraît aussi être celle des couches de roches qui les composent, puisque les observations que j'ai faites en divers points, tant sur l'oolite que sur le lias et la dolomie, m'ont donné des directions comprises entre le N. 2° O. - S. 2°E. et le N. 13°E.-S. 13°O., avec une inclinaison plongeant constamment vers l'E. sous des angles variant entre 20 et 55°. A la butte de Montmorot, en particulier, les bancs de l'oolite sont dirigés sur N. 5° $\frac{1}{2}$ E.-S. 5° $\frac{1}{2}$ O., avec une pente moyenne de 32° $\frac{1}{2}$. Or, si on prolonge par la pensée le plan de ces bancs jusqu'au trou de sonde, qui en est éloigné de moins de 400 mètres à l'Est, on arrive à reconnaître qu'ils rencontreraient ce trou à 78 mètres environ de son orifice; et cependant on a vu qu'à cette profondeur la sonde était en pleines marnes irisées, et qu'avant d'arriver là, loin d'avoir percé les couches oolitiques, elle n'avait pas même rencontré le lias. Ce fait témoigne évidemment de l'existence, entre la butte de Montmorot et le trou de sonde, de l'une de ces fractures ou failles dont la supposition vient à la pensée, à la vue de

ces chaînons parallèles qui s'enfoncent successivement les uns sous les autres en allant vers l'Est. Ces failles seraient telles que les terrains situés à l'Est auraient été notablement abaissés. Ici même nous avons, quant à la faille constatée, une limite minimum du ressaut que les couches ont éprouvé, et cette limite est de 78 mètres.

Salins est situé dans une gorge étroite et profonde où coule la Furieuse, entre deux montagnes qui s'élèvent au-dessus du lit de la rivière, l'une de 245 mètres et l'autre de 260 mètres environ, et que couronnent deux anciens forts, le fort Belin et le fort Saint-André. Les masses rocheuses qui signalent ces montagnes sont constituées par les couches de l'étage oolitique inférieur, relevées sous des angles de 40 à 50 degrés, de manière qu'elles présentent leurs *abruptés* du côté de la vallée, formant ainsi des escarpes naturelles qui rendent les forts presque inaccessibles. Ces escarpes viennent se terminer aux couches beaucoup moins résistantes de la partie basse de l'*inferior oolit* et des marnes supra-liasiques; lesquelles couches, sous l'influence des agents atmosphériques, se sont laissé modeler suivant des pentes adoucies qui marquent le commencement du vignoble. Au-dessous des marnes supra-liasiques apparaît le calcaire à gryphées arquées, puis après viennent les marnes irisées signalées par la variété de leurs couleurs, par leurs bancs de dolomies et par leurs gypses; et ces dolomies, comme ces gypses, se retrouvent jusque dans les souterrains de la saline, c'est-à-dire jusqu'au plus profond de la vallée. Gisement du sel à Salins.

La gorge de Salins se présente donc (voir le profil sur la *Pl. IV*, *fig.* 21) comme si elle avait été for-

mée par l'action d'une force soulevante, qui aurait ployé les couches du terrain jusqu'à produire leur upture, en écartant assez les lèvres de la crevasse, de la *faille*, pour faire affleurer dans le fond les couches du groupe keupérien, et donner ainsi naissance (suivant que l'a formulé M. Thurmann (1)) à une *courbe* ou vallée *keupérienne et liasique*, encaissée par deux épaulements *oolitiques*. C'est là ce que cet habile observateur appelle un soulèvement du troisième ordre. Ici le plan dans lequel se serait produit le soulèvement serait dirigé sur le N.E.-S.O. environ.

L'existence d'une faille à Salins, révélée, comme on vient de le voir, par l'étude des formes géographiques, était indiquée *à priori* par les sources salées qu'on y exploite depuis un temps immémorial, et ce dernier fait complète l'indication de l'accident, en montrant que la faille doit s'étendre à travers toute l'épaisseur des marnes irisées, jusqu'au sel gemme au moins.

Les premières couches que l'on voit affleurer dans le fond de la gorge appartiennent, comme je l'ai déjà dit, à la dolomie et au gypse. Le rocher du puits de la saline, dit le *puits à Muire*, qui a 18 mètres environ de profondeur en contre-bas du sol naturel, consiste en une dolomie jaune grisâtre, qui se délite assez facilement là où elle est en contact avec l'air; mais les fouilles que j'ai eu occasion de faire faire ont montré, à 2 mètres au-dessous du pavé, un banc fort résistant à l'action du pic : c'est une dolomie quartzifère passant au grès. Des fentes à peu près verticales et

(1) Essai sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy.

remplies de marne grise ou rougeâtre traversent le rocher, et c'est de ces fentes que sortent les sources salées.

Le gypse est à nu au fond du puits dit à *Gray*, dont le niveau est un peu plus élevé que celui du puits à Muire. C'est un albâtre blanc magnifique; mais le gypse, qui fait l'objet des nombreuses exploitations ouvertes dans les environs de Salins, se trouve à un niveau supérieur, en pleine côte.

Ici, de même qu'en Lorraine, les amas gypseux présentent cette circonstance qu'ils sont le plus souvent indiqués par des gibbosités qui se manifestent à la surface du sol, et que les couches de marnes qui les recouvrent se moulent sur leurs contours comme si ces amas avaient été poussés de bas en haut après le dépôt des marnes. J'avais d'ailleurs signalé, dès 1822, cette stratification courbée en arceaux des couches qui recouvrent le gypse à Saint-Léger-sur-Dheune (Saône-et-Loire), ainsi qu'à Vic (Meurthe). Le gypse est en général d'autant plus blanc qu'on s'élève davantage; mais il présente d'ailleurs beaucoup de variétés de couleurs. Une de ces variétés est d'un rouge de vermillon très-intense comme le polyalithe rouge des mines de sel de la Meurthe. Ce n'est point du gypse pur, mais plutôt une réunion de lamelles de chaux sulfatée dans une argile rouge. Au-dessus des gypsières de Boisset, hameau situé au S.E. de Salins, j'ai observé le grès argileux, micacé, schistoïde (psammite), qui est habituel à cette hauteur dans les marnes irisées. C'est aussi à ce niveau qu'il se trouve souvent du combustible. On n'en indique pas à Salins même; mais il en a été rencontré une couche près de Marnoz,

village qui est à 4 kilomètres vers le N.O. : malheureusement elle était trop peu puissante pour donner lieu à une exploitation profitable.

Le terrain de lias présente à Salins la même composition qu'à Lons-le-Saulnier. Ainsi, d'abord à sa base le grès quartzeux ; puis le calcaire, puis les marnes. Le calcaire renferme, outre la gryphée arquée qui le caractérise, une autre espèce du même genre, la *gryphœa obliquata* (Sow). J'y ai recueilli également la *modiola scalprum* (Sow), le *spirifer valcotii* (Sow); plusieurs térébratules, dont une appartient aux *pugnaceœ* et me paraît se rapprocher de la *T. furcillata* (Theod.). Cette espèce a été indiquée jusqu'ici pour appartenir aux marnes supra-liasiques; mais on a déjà vu le calcaire à gryphées de Lons-le-Saulnier présenter aussi des fossiles propres aux marnes, et c'est la conséquence du peu de développement qu'a reçu là le système liasique.

Les marnes supra-liasiques renferment aux environs de Salins les gros ovoïdes si caractéristiques, et elles sont aussi très-bitumineuses : elles sont exploitées pour engrais. On y voit des bélemnites, des ammonites pyritisées, des térébratules, parmi lesquelles probablement la *T. indentata* (Sow).

La rampe qui conduit de la ville au fort Belin permet d'observer la série des couches de l'étage inférieur oolitique. Les fossiles y sont rares. J'ai cependant recueilli, dans le bas de l'*inferior oolit*, la *lima proboscidea* (Sow) avec la *serpula grandis* (Gold.). C'est sur le *corn-brash* que le fort est assis. On reconnaît bien ce calcaire à ses taches bleuâtres qui lui sont si habituelles dans la Franche-Comté. Cette variété alterne, du reste, avec

une autre de couleur jaunâtre, compacte, à cassure conchoïde, qui existe aussi dans la Haute-Saône, mais dont l'analogue, d'après son *facies*, ne se trouverait en Lorraine que dans les étages supérieurs. Les couches de ce corn-brash sont dirigées sur le nord-est sud-ouest et penchent de 44° environ au sud-est, c'est-à-dire sous la montagne. Toutefois, si l'on n'y faisait pas une grande attention, on pourrait être conduit à leur attribuer une pente précisément inverse : les rochers présentent souvent des surfaces de séparation, des sortes de faces de clivage, suivant des plans perpendiculaires à la vraie stratification.

La montagne de Belin finit donc avec l'étage oolitique inférieur; mais sur un second plan, en allant vers le nord-est, on voit bientôt se dresser une côte, qui se distingue si profondément, tant pour l'allure et l'aspect de ses couches que pour ses formes orographiques, qu'on devine à la première vue qu'elle doit appartenir à l'étage moyen: c'est au lieu dit la *Roche pourrie*. Ce nom indique déjà que les bancs tenaces ne forment plus ici le trait dominant; et en effet, cette côte est essentiellement formée par les marnes grises ou jaunâtres de l'*oxford-clay*, interrompues seulement par des rognons et des minces lits de calcaire marneux. Parmi ces lits il y en a deux dans lesquels le calcaire se présente pénétré de très-petits grains de fer hydroxydé; mais ce n'est qu'un minerai pauvre, et qui n'est pas exploité, tandis que des gisements tout à fait correspondants dans la Haute-Saône et dans les Ardennes donnent lieu à des exploitations profitables. Les couches de la Roche pourrie sont dirigées comme celles du *corn-brash*, sur laquelle elles reposent. Le profil *Pl. IV*, *fig.* 21

ne montre pas l'*oxford-clay* du côté ouest de la gorge, soit que ce groupe ait été enlevé par des dénudations postérieures, soit que le glissement auquel il a dû être soumis par suite de sa nature marneuse, au moment de la fracture des couches, l'ait entraîné plus loin.

On ne peut douter que l'apparition des sources salées dans la localité dont je m'occupe ne soit le résultat des fractures profondes qui se sont formées à travers les couches minérales, par suite de la puissante action de soulèvement qui a ouvert la gorge de Salins. Ces sources sont très-diverses et pour l'abondance et pour le degré de salure; mais la plus importante est celle dite la *bonne source du puits à Muire*. Elle est très-variable, et pour le degré et pour le produit. On l'a vue descendre à 250 hectolitres par 24 heures au degré 15, tandis qu'elle a fourni en d'autres moments 800 hectolitres au degré 21, l'augmentation du volume accompagnant toujours celle du degré. D'ailleurs, comme cette augmentation se manifeste après les pluies et les suit à de très-courts intervalles, on est en droit de conclure, d'abord qu'elle est occasionnée par l'eau même de ces pluies qui, passant sur une masse de sel gemme, en a dissous une nouvelle quantité; et ensuite, que cette masse ne doit pas, vu la promptitude des effets, être bien éloignée. Cette observation avait été faite dès long-temps; mais, à cette idée de proximité, on attachait généralement, dans le pays, celle d'une très-petite profondeur au-dessous du sol, et aujourd'hui même que le sondage a démontré l'existence du sel gemme à la profondeur de 236 mètres, il y a encore des personnes qui supposent que ce n'est pas là la cause efficiente de la salure des

sources. Elles se fondent pour cela sur une tradition, de laquelle il résulterait qu'il aurait existé près du fort Bracon, point qui est plus élevé que le fond de la vallée, à la hauteur environ des marnes du lias, un pré d'où sourdaient des filets d'eau salée. Mais si ce fait, que je n'ai pu vérifier, était authentique, il suffirait, pour l'expliquer, d'admettre que l'un des canaux d'ascension des eaux salées aboutit en ce point; et il n'y a, en effet, rien d'extraordinaire à admettre que le point de départ des eaux douces est à un niveau plus élevé encore dans les côtes.

Quoi qu'il en soit, la connaissance que je viens de donner de la constitution géologique et orographique de la localité indiquait que c'était dans le fond de la gorge qu'il fallait sonder, et c'est ce qui a été fait. On s'est placé dans les souterrains mêmes de la saline, près du rognon gypseux indiqué plus haut, et voici la succession des couches traversées :

	mèt.
(Profondeur du souterrain).	12,34
Marne rouge avec rognons de gypse.	9,42
Gypse marneux.	11,37
Marne gypseuse rouge.	12,02
Gypse marneux.	5,85
Marne gypseuse rouge.	10,39
Gypse.	13,32
Marne gypseuse irisée.	1,30
Dolomie marneuse jaune.	12,51
Dolomie très-dure en petites pierres dans de la marne gris-bleuâtre.	15,43
Marne bleuâtre.	0,65
Dolomie marneuse jaune.	1,14
Marne rouge très-gypseuse.	2,44
Gypse gris-bleuâtre.	0,97
A reporter.	108,15

Report	108,15
Marne rouge gypseuse	0,65
Gypse gris bleuâtre.	0,49
Marne irisée gypseuse.	6,82
Dolomie gréseuse.	0,65
Marne irisée avec dolomie.	9,58
Marne irisée gypseuse.	14,94
Gypse.	0,32
Marne irisée gypseuse.	7,80
Gypse blanc.	0,65
Marne gypseuse.	1,62
Gypse blanchâtre.	0,32
Marne gypseuse.	2,60
Gypse blanc pur.	0,49
Marne irisée gypseuse.	22,90
Gypse blanc légèrement marneux.	0,35
Marne gypseuse.	2,52
Gypse blanc pur très-dur.	0,16
Marne gypseuse.	15,28
Marne irisée gypseuse, avec polyalithe et cristaux de gypse.	26,85
Marne irisée gypseuse, avec traces de sel (on aperçoit quelques cristaux).	12,10
Total jusqu'au banc de sel. . .	236,24
Sel.	0,59
Gypse salifère.	0,14
Sel.	0,32
Gypse et argile salifères.	0,59
Sel.	0,81
Gypse et argile salifères.	1,14
Sel gris terreux.	0,11
Gypse salifère.	0,14
Sel gris terreux.	0,14
Sel blanc.	0,27
Sel gris.	0,27
Sel blanc.	0,38
Sel gris.	0,16
Sel blanc.	2,44
Sel blanc rosé.	0,32
Profondeur totale du trou. . .	244,06

Le trou a été interrompu à cette profondeur au mois de juin 1832, par suite d'un accident survenu dans le sondage.

Après cette double reconnaissance faite, il ne s'agissait plus que d'organiser l'exploitation; mais diverses circonstances arrêtèrent encore pendant plusieurs années les projets de la compagnie à cet égard, et finalement ce ne fut qu'en 1837 que j'eus à m'occuper de cette organisation pour la saline de Montmorot, où je fis installer l'exploitation par dissolution, suivant le procédé que j'avais vu employé dans la Souabe. Le trou de sonde donne des eaux au degré 22, capables de suffire à une fabrication annuelle de 30.000 quintaux, tandis qu'auparavant le degré moyen des eaux de sources était de 4, et qu'elles ne produisaient pas au delà de 20.000 quintaux, dans les années les plus favorables pour la graduation. Exploitation du sel à Montmorot.

Depuis la promulgation de la loi du 17 juin 1840, de nouvelles reconnaissances ont été faites par des particuliers, près de Grozou, à l'ouest d'Arbois, où il existe un petit lambeau de marnes irisées, et le sel y a été atteint.

NOTE

Sur l'exploitation du sel gemme par dissolution;

Par M. J. LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines.

J'ai décrit dans ce recueil (tomes IV et VI, 3e série) les travaux que j'ai fait exécuter dans le département de la Meurthe, à partir de 1824, pour l'exploitation du sel gemme en roche; mais, au même moment, un autre procédé s'introduisait en Allemagne, celui de l'exploitation par dissolution dans des trous de sonde, et il était important d'aller examiner si l'on ne pourrait pas faire profiter les salines françaises de cette innovation. Tel fut l'objet d'un voyage que j'entrepris en 1828, et dans lequel je visitai les salines du Wurtemberg, ainsi que celles des grands duchés de Bade et de Hesse-Darmstadt. Depuis, en 1834, ces établissements ont été étudiés par M. l'ingénieur en chef Combes, qui en a fait l'objet d'un mémoire inséré dans les *Annales des mines* (tome IX, 3e série). Je n'ai rien à ajouter à cette description, et si je reviens sur les détails du procédé allemand, ce ne sera qu'autant qu'il le faudra pour faire comprendre la modification que j'y ai proposée.

Ce procédé consiste essentiellement en ce qui suit :

Un trou de sonde est foré jusqu'à une certaine profondeur dans le banc de sel. On introduit jusqu'au fond une pompe à piston creux. En mettant la pompe en jeu, l'eau douce fournie par les couches supérieures du terrain qui remplit naturellement le trou jusqu'à un certain niveau, descend progressivement jusqu'au fond dans l'espace annulaire qui entoure le tuyau, arrive sur la mine, et, enlevée ensuite par le piston, est amenée au jour chargée du sel qu'elle a dissous. La salure est d'abord faible; mais elle s'élève assez rapidement à mesure que, par le fait même de la dissolution, la cavité qui se forme dans le banc de sel, et par conséquent la surface salante acquiert des proportions plus grandes, et elle arrive finalement tout près du point de saturation.

Primitivement l'eau douce se tenait à la même hauteur dans l'espace annulaire et dans le tuyau de la pompe; mais dès que celle-ci a commencé à fonctionner, le niveau s'abaisse dans le tuyau intérieur, en raison de la densité plus grande de l'eau salée qui l'emplit. Si l'on suppose le cas extrême où cette eau serait saturée, et si l'on considère seulement ce qui se passe dans la portion des deux colonnes liquides, située au-dessus d'un plan horizontal correspondant au toit de la couche de sel (au-dessous il n'y a qu'eau saturée à l'extérieur comme à l'intérieur), les longueurs des colonnes d'eau salée et d'eau douce au-dessus de ce plan seront entre elles comme 1000 est à 1200 (densité de l'eau saturée), ou comme 5 est à 6. C'est d'après cette considération qu'on règle la position de la soupape dormante; on s'exposerait, en la plaçant plus haut, à ce que

le jeu de la pompe fût arrêté. Dans tous les cas, que l'eau salée soit ou non au degré de saturation, toujours est-il que, puisqu'il y a équilibre entre les deux colonnes, plus le niveau de l'eau douce sera élevé dans l'espace annulaire, plus aussi l'eau salée s'élèvera d'elle-même dans la pompe, et moins sera grand, par conséquent, le travail moteur à produire pour amener cette eau jusqu'au jour.

Le niveau naturel auquel se tient l'eau dans le trou de sonde est très-variable suivant les localités. Ainsi, tandis qu'elle arrive jusqu'au bord du trou à Montmorot (Jura), et qu'elle jaillit même au-dessus à Salins; elle se tient à Dûrheim (grand duché de Bade), à 45 mètres en contre-bas. On conçoit que, dans un cas pareil, on obtiendrait une économie notable de force motrice si l'on pouvait relever artificiellement le niveau de l'eau douce, en faisant, par exemple, une dérivation dans un cours d'eau voisin pour l'amener dans l'espace annulaire extérieur à la pompe; et c'est précisément ce que j'ai vu réalisé dans une localité voisine, à la saline de Rottenmünster (Wurtemberg).

En réfléchissant sur ce fait, j'ai été amené à voir que si on pouvait prolonger, en quelque sorte, le trou de sonde hors de terre par une paroi artificielle suffisamment exhaussée, en y maintenant un niveau convenable d'eau douce, on relèverait proportionnellement aussi le niveau de l'eau salée dans le tube intérieur, jusqu'à pouvoir la rendre elle-même jaillissante au-dessus du sol, jusqu'à pouvoir obtenir un *jet d'eau salée* en rendant ainsi la pompe inutile.

Il est bien évident toutefois que la suppression

de la pompe ne procurerait point d'économie de force motrice ; car celle qu'il faudrait dépenser pour élever de l'eau douce dans le trou de sonde surexhaussé, comme je le suppose, est précisément égale à celle qu'exige l'extraction directe de l'eau salée. Mais ce n'en serait pas moins un point important, que d'avoir fait disparaître la pompe *intérieure* pour lui substituer une pompe extérieure. On sait, en effet, que dans toute pompe la soupape dormante est sujette à des dérangements assez fréquents ; or, ici, pour y porter remède, il faut nécessairement tirer tout l'appareil hors du trou, ce qui, par suite des éboulements trop habituels à ce genre de travail, présente souvent de très-grandes difficultés. Ce n'est pas, malheureusement, la seule cause qui oblige à tirer hors ; mais il n'en importe pas moins de faire disparaître, s'il est possible, une de ces causes.

On voit, d'ailleurs, quelle simplification la pompe extérieure apporte dans les appareils, puisqu'une seule pompe aspirant l'eau de la rivière voisine peut, avec des tuyaux de distribution en nombre suffisant, desservir autant de trous de sonde que l'on voudra.

Toutefois, il est bien évident que l'établissement du *château d'eau* que suppose ce procédé serait impraticable dans un très-grand nombre de cas; car à Salins, par exemple, où le sel a été trouvé à 236 mètres environ de profondeur, cet appareil devrait être élevé de plus de 48 mètres. Mais cette première idée devait naturellement me conduire à cette autre : de remplacer la pression de la colonne d'eau douce qui détermine l'as-

cension de l'eau salée par la pression exercée par le piston même d'une pompe.

La mise en pratique de ce procédé ne présente d'ailleurs aucune difficulté. Au fond du puits que l'on perce pour tout sondage jusqu'à ce qu'on ait atteint le bon terrain, on chassera dans le trou, jusqu'à refus, un tuyau en fonte terminé par son extrémité inférieure par un biseau tranchant. On établira le contact parfait de ce tuyau avec le terrain à l'orifice du trou, par un *picotage* très-serré, puis on coulera une couche épaisse de béton dans le fond du puits. Le tuyau portera à un mètre environ au-dessus du sol naturel une tubulure latérale qui sera mise en communication avec la pompe de pression aspirant dans la rivière voisine. Le tuyau sera en outre fermé à son extrémité supérieure par une boîte à étoupes, à travers laquelle passera le tube élévatoire de l'eau salée, et ce tube portera un dégorgeoir latéral à la hauteur où on voudra obtenir cette eau. Ce projet fut remis à la compagnie au commencement de 1832 pour l'appliquer aux salines de Franche-Comté, et je me disposais effectivement à en faire l'essai à Montmorot, lorsque ces établissements ont changé de mains.

Si, comme je l'ai dit tout à l'heure, le surhaussement du trou de sonde n'était pas praticable en Franche-Comté, il le serait très-bien dans les salines de la Meurthe, où le sel est à une moindre profondeur; et je crois que l'on se propose d'employer ce procédé à la saline des *Saléaux*, commune de Ley, canton de Vic. Là le sel a été atteint à 89 mètres de profon-

deur; de plus, le trou est naturellement plein, non pas d'eau douce, mais d'eau salée à 11 degrés; en sorte que l'eau saturée y monterait spontanément jusqu'à 9 mètres du jour, et que si l'on veut la faire jaillir à 2 ou 3 mètres au-dessus, il suffira d'une hauteur d'eau douce de 13 mètres. Comme une saline comporte assez ordinairement une cheminée de cette élévation, on en profiterait pour y accoler la colonne en fonte qui recevrait l'eau douce. Ici d'ailleurs cette colonne s'élevant plus haut que le point de sortie de l'eau salée, il faudrait que le dégorgeoir horizontal vînt percer la paroi en fonte, ce qu'on obtiendrait facilement en la faisant passer à travers une boîte à étoupes qui serait ajustée dans une tubulure latérale que la colonne en fonte porterait *ad hoc*. Pour la facilité de la pose, cette tubulure devrait être coupée en deux par le plan de joint suivant lequel s'assemblent deux tuyaux successifs, de manière qu'elle serait venue à la coulée mi-partie avec l'un et mi-partie avec l'autre de ces tuyaux.

C'est ici le lieu de mentionner que tandis qu'en Allemagne, ainsi que dans les diverses salines de France où le procédé allemand a été introduit, les tuyaux élévatoires sont en cuivre réunis par des manchons en laiton, on compte employer à la saline des Saléaux des tuyaux en fer forgé assemblés avec des manchons du même métal. Ces tuyaux, qui se fabriquent aujourd'hui couramment chez M. Gandillot, à Paris, présentent le double avantage d'être moins chers que les tuyaux de cuivre et d'offrir plus de résistance aux éboulements. D'ailleurs, comme le

fer, là où il est alternativement exposé à l'action de l'eau salée et de l'air, se détruit beaucoup plus vite que le cuivre, il suffira de faire avec ce dernier métal la partie qui sera à fleur d'eau.

MÉMOIRE

Sur la préparation mécanique de la calamine et de la galène dans la Haute-Silésie ;

Par M. Achille DELESSE, aspirant-ingénieur des mines.

SECONDE PARTIE (1).

PRÉPARATION MÉCANIQUE DE LA GALÈNE.

Dans le tome IV des *Annales des mines* nous avons fait connaître les divers perfectionnements qui ont été apportés à la préparation mécanique de la *calamine* dans la Haute-Silésie : il nous reste maintenant à traiter ce qui fait l'objet de la seconde partie de ce mémoire et à nous occuper de la préparation mécanique de la *galène*.

C'est à M. le bergmeister de Carnall qu'on doit les importantes modifications qui ont été introduites, et nous allons tâcher de les résumer d'après les communications qu'il a bien voulu nous faire, et d'après ce que nous avons pu observer nous-même pendant notre séjour en Silésie.

Il nous paraît indispensable de dire d'abord quelques mots du gisement de la galène; car, outre l'intérêt qu'il présente sous le rapport géologique, par l'étude de la gangue, il nous sera plus facile de comprendre quelle est la nature

(1) Voir, pour la première partie, *Annales des mines*, 1843, tome IV, page 377.

des difficultés qu'on rencontre dans la préparation mécanique.

Gisement de la galène.

La galène paraît être contemporaine de la formation du minerai de fer et de la calamine, et ces trois minerais, qui se trouvent réunis aux environs de Tarnowitz et de Beuthen, se changent en quelque sorte l'un en l'autre. Cependant, tandis que la calamine est à la séparation du muschelkalk et de la dolomie, la galène forme ordinairement un gîte ou une couche irrégulière, reposant sur de la dolomie, et qui est recouverte tantôt par une couche de dolomie, tantôt par de l'ocre.

La couche de galène a été explorée et reconnue sur une étendue de plus de 4,000 hectares, mais la galène ne se trouve guère répartie que sur un dixième de cette surface.

Le *muschelkalk* est la base sur laquelle repose la formation métallifère; il se présente avec l'aspect qu'on lui connaît, et s'étend du nord au sud autour de Tarnowitz, avec une inclinaison de quelques degrés vers l'ouest. Lorsqu'il est compacte, il pèse de 1500 kil. à 1580 kil. au mètre cube; tandis que, quand il est schisteux, ce poids varie de 1340 kil. à 1500 kil.

Au-dessus, on trouve *généralement un premier banc de dolomie* d'une couleur brune ou jaunâtre, qui, dans quelques parties de la mine, passe au gris bleuâtre; son épaisseur est de 0m,60 à 1 mètre, quelquefois elle est plus grande et elle va jusqu'à 4 mètres, ou même jusqu'à 12 mètres; mais, dans ce cas, il n'y a pas de galène. Ordinairement la galène forme une ou plusieurs couches recouvertes par un *deuxième banc de dolomie*; ce banc supérieur paraît avoir été plus ou

moins altéré, car on n'y trouve jamais de pyrites de fer, tandis qu'il y en a dans le banc inférieur, et il renferme, au contraire, des géodes tapissées de brauneisenstein et de chaux carbonatée; en outre sa pesanteur spécifique est de 2 à 2,5, et celle de la dolomie du premier banc qui est plus dure est de 2,8.

Sous le rapport de l'exploitation, on distingue deux cas : 1° celle dans la *couche dure* (*fest*); 2° celle dans la *couche tendre* (*milde*).

Ces distinctions de l'ouvrier mineur correspondent à des différences géologiques que nous allons expliquer.

1° Dans le *premier cas*, la galène forme dans la dolomie inférieure des couches qui se trouvent tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la couche principale de galène, et qui sont reliées fréquemment entre elles par de petits filons. Dans les premiers temps de l'exploitation (1), la couche de galène avait 0m,32 d'épaisseur; maintenant on en trouve rarement qui ait plus de 0m,10 à 0m,13. Plus les couches sont nombreuses, plus elles sont puissantes, en sorte que l'exploitation n'est pas plus avantageuse quand il y en a plusieurs; quand elles sont très-séparées, elles occupent 1m,25 à 1m,56 de hauteur; mais ordinairement cette hauteur se réduit à 0m,15 ou 0m,31, et on a une couche présentant une épaisseur de 0m,03 à 0m,05. Maintenant il y a beaucoup de parties de la mine dans lesquelles la couche est discontinue et n'a pas plus de 0m,013; mais, dans ce cas, la valeur du minerai ne paye pas les frais d'extraction.

(1) La reprise de l'exploitation date de 1783, mais on trouve d'anciens travaux.

Il arrive même quelquefois que les deux bancs de dolomie sont en contact, et que la galène disparaît complétement.

2° Dans le *second cas*, c'est-à-dire dans les portions de la mine qu'on distingue sous le nom de *couche tendre*, la galène est quelquefois recouverte encore par la dolomie, mais cette dernière est alors brune et très-friable, elle présente de larges fissures. Du reste, le plus souvent le toit de la galène est une argile rougeâtre ou une ocre brune qui passe au minerai de fer, et la dolomie inférieure a aussi changé de nature; elle est brune, peu compacte; on y remarque de larges fentes qui ont été remplies par de l'ocre.

Enfin il y a des parties de la mine assez étendues, où la dolomie inférieure elle-même vient à disparaître; elle est remplacée par une ocre jaune ou brune très-fine, qui est quelquefois rubanée, et qui passe rarement à une argile plastique, si ce n'est dans les parties où elle est en contact avec le muschelkalk. L'épaisseur de cette ocre est ordinairement de 0m,26 à 0m,52, quelquefois elle a plus de 1m,56, mais alors elle est pauvre. Généralement le gîte est riche dans les parties où l'ocre est jaunâtre, et ne varie ni de couleur ni d'épaisseur; on y a même retiré plus de 12 q. m. de galène au mètre carré; mais lorsqu'elle est remplacée par une argile rouge avec silex, on ne trouve plus de minerai.

La galène est répandue dans l'ocre en masses informes et caverneuses qui peuvent peser jusqu'à $\frac{1}{2}$ q. m., ou bien elle présente des morceaux d'un demi-kilogramme qui sont aplatis d'un côté; quelquefois aussi elle forme des cristaux mal définis.

Quoique la couche *dure* et la couche *tendre* présentent de très-grandes différences au mineur qui les exploite, sous le rapport géologique cette distinction correspond seulement à la disparition partielle ou totale des bancs de dolomie qui forment le toit et le mur, et à leur remplacement par de l'ocre. Ordinairement la couche *dure* est entourée par la couche *tendre*, et cette dernière prédomine surtout près des affleurements où manque la dolomie qui forme le toit; du reste la transition se fait d'une manière insensible, et il arrive quelquefois qu'un gîte de galène se continue sans altération de l'une à l'autre.

Jamais la couche *dure* n'est aussi riche que la couche *tendre*, c'est elle cependant qui fournit maintenant les deux tiers du minerai, car les parties riches de la couche *tendre* ont été exploitées depuis longtemps; elle ne donne plus guère que $0^{q.m.},36$ à $0^{q.m.},60$ de galène au mètre carré. La couche dure a rendu autrefois $7^{q.m.},14$; maintenant, dans un très-petit nombre d'endroits, elle en rend à peu près la moitié; et moyennement, de 1836 à 1839, la quantité extraite a varié de $1^{q.m.},07$ à $2^{q.m.},67$. Les résultats obtenus chaque année diffèrent assez entre eux; cependant on peut admettre une richesse moyenne de $1^{q.m.},49$ au mètre carré, ce qui correspond à une couche de galène de $0^{m},017$ d'épaisseur; quoi qu'il en soit, l'exploitation rapporte encore quelques bénéfices.

Avant d'être transporté dans les ateliers de lavage, le minerai subit une double préparation : la première dans l'intérieur de la mine, la deuxième sur les puits d'extraction.

Cette préparation dans l'intérieur de la mine a pour but de faire un premier classement qui Triage dans la mine.

donne lieu à trois sortes de produits : on met à part, 1° ce que les mineurs appellent *scheidegange*, formé de morceaux de dolomie ayant au moins la grosseur du poing et dans lesquels il y a de la galène engagée. Le mètre cube de scheidegange pèse de 1280 kil. à 1580 kil. ; 2° le *grubenklein* ou menu de la mine, qui contient de la galène mêlée avec de la dolomie, de l'ocre jaune ou de l'argile ; les morceaux de dolomie qu'on y trouve ont au plus 0m,10 ou 0m,13 : il pèse de 1100 kil. à 1710 kil. au mètre cube ; 3° enfin il reste la *gangue* qu'on emploie autant que possible à faire les remblais.

Dans le tableau qui suit on trouvera, pour les trois années 1840, 1841, 1842, le nombre de mètres carrés exploités et le prix de revient de chaque mètre carré, ainsi que la quantité de *scheidegange* et de *grubenklein* qui a été obtenue.

Années.	Surface exploitée.	Minerai obtenu par mèt. car.		Prix de revient du mètre carré exploité.
		Scheidegange.	Grubenklein.	
	mèt. car.	mèt. cub.	mèt. cub.	fr.
1840	9,479	0,1813	2,5203	9,21
1841	10,352	0,2238	2,7172	8,54
1842	11,357	0,3937	2,6130	8,39
Moyenne.	10,729	0,2662	2,6099	8,71

Triage du scheidegänge au puits d'extraction.

Le *grubenklein* peut être envoyé immédiatement dans les appareils de lavage, mais le *scheidegänge* est trié pendant l'été auprès des puits d'extraction. Des jeunes gens de quatorze à seize ans le cassent au marteau, et ils en retirent, 1° de la galène pure, qui est mise à part pour être transportée dans l'usine à plomb; 2° de la gangue qui est rejetée; 3° des morceaux de gangue dans lesquels il y a encore de la galène engagée et qui doivent être traités aux cylindres broyeurs; on les nomme *walzgänge*; le mètre cube pèse de 1345 kil. à 1500 kil.; 4° des débris de cette opération du cassage, dans lesquels il y a du minerai répandu et qu'on appelle *scheidemehl*; le poids du mètre cube de *scheidemehl* varie de 1579 kil. à 1613 kil. Le *walzgänge* et le *scheidemehl* restent ordinairement exposés pendant un hiver à l'action de l'air. Par l'action de la gelée, la dolomie se délite, ce qui rend ensuite le lavage beaucoup plus facile.

Chaque ouvrier reçoit 31 centimes par journée, et le surveillant a 1 fr. 25 centimes.

Voici quels sont les résultats donnés pendant trois années par ce travail de *triage* sur le lieu de la mine, et quel est son prix de revient :

Années.	Scheidegange traité.	De 100 volumes de scheidegange on a retiré :		Somme.	Prix de revient d'un metre cube de	
		Walzgange.	Scheidemehl.		Scheidegange.	Walzgange.
	m. c.					
1840	664,074	28,6	14,0	42.6	1,04	3,64
1841	382,603	36,4	19,0	55,4	1,02	2,77
1842	802,648	23.4	11,6	45,0	0,75	3,21
Moyenne.	616,442	29,4	14,8	47,0	»	»

Ancien procédé de lavage en 1838.

Après que le minerai avait subi cette première opération, on le soumettait à des lavages dans divers appareils. L'ancien procédé de lavage qui a été décrit par M. Manès dans les *Annales des mines*, avait été notablement modifié, et en 1838 le procédé employé consistait en une série de débourbages dans des caisses à tombeau de diverses grandeurs, dites *waschgraben* et *schlammgraben*; puis le minerai était soumis à des lavages répétés dans des *tamis à secousses* mus à bras d'homme et placés au bout d'une perche flexible.

Une certaine quantité de minerai était en outre traitée au *bocard*, sur le *sichertrog* et sur les *tables à secousses*.

Le tableau ci-contre présentera un résumé des diverses séries d'opérations auxquelles on soumettait le minerai en 1838.

GRUBENKLEIN,

traité alternativement et plusieurs fois dans des caisses à tombeau dites waschgraben, puis dans des tamis à secousses; d'où :

Minerai. — Schlamm. — Morceaux provenant de lavage des tamis : ils sont exposés sur les haldes. — Menu des tamis. — Gangue.

SCHEIDEGANGE,

cassé et trié près des puits d'extraction ; d'où :

Stufferz. — Scheidemehl. — Minerai pour le bocard. — Gangue.

Lavage dans les tamis et dans les caisses à tombeau.

Minerai des tamis. — *Schlich* des caisses à tombeau. — minerai impur de cette opération. — Morceaux provenant du lavage des tamis : ils sont exposés sur les haldes. — Gangue.

Lavage dans des tamis à secousses : d'où :

Minerai des tamis. — Minerai impur retraité au bocard. — gangue. — Menu des tamis.

Pulvérisation au bocard; d'où :

Menu du bocard. — Schlamm.

Caisses à tombeau pour les schlichs; d'où :

Schlich. — Minerai impur. — Gangue.

Traitement au sichertrog ; d'où :

Schlich. — Résidu.

Tables à secousse.

Schlich. — Résidu.

Nouveau procédé de lavage à Tarnowitz.

C'est en 1839 qu'on a construit la nouvelle laverie de laquelle nous allons maintenant nous occuper; mais pour en comprendre le jeu, il est nécessaire de donner d'abord une description détaillée des appareils.

Description des appareils. Roue motrice. (Plan général, Pl. V.)

Tous ces appareils reçoivent leur mouvement d'une roue hydraulique à augets; elle est bien construite, et elle a un régulateur d'après le système connu; de sorte que quand elle va trop vite, la vanne se ferme d'elle-même; quand elle va au contraire trop lentement, la vanne s'ouvre, et dans les deux cas elle reprend sa vitesse normale.

On n'avait pas de cours d'eau à l'endroit où cette laverie a été construite; l'eau qui reçoit la roue est extraite par une machine à vapeur qui se trouve à quelque distance de là, et amenée au moyen d'un canal de $1^m,25$ de profondeur. Le volume de ce canal vide est de 62 mètres cubes; il débite environ 80 kil. d'eau par seconde, et chute est de $4^m,71$; par conséquent le travail de l'eau est de 5 chevaux, et en admettant, d'après M. d'Aubuisson, que la roue rende 0,75, on aura 3,75 chevaux-vapeur pour l'effet sur l'axe : cette force suffit pour faire marcher *ensemble* tous les appareils.

Dans l'état normal la roue doit faire 10 tours par minute, son diamètre est de $5^m,02$, par conséquent sa vitesse à la circonférence ou l'espace parcouru en une seconde est de $2^m,61$.

Montre.

Au moyen d'un excentrique et d'un levier coudé, on conçoit d'ailleurs que la roue puisse faire marcher une *montre* se trouvant au centre de la laverie. Cette montre est construite de manière qu'elle va comme une montre ordinaire

lorsque la roue motrice fait 10 tours par minute; suivant qu'elle avance ou qu'elle retarde, on sait donc, sans sortir de l'atelier, si la roue va trop vite ou trop lentement; de plus, quand le travail a été normal, le surveillant peut connaître à la fin de la journée le nombre d'heures pendant lequel les ouvriers ont travaillé. L'axe horizontal de la roue est terminé par un engrenage conique *a* qui donne le mouvement à un axe vertical quadrangulaire en fer forgé. Ce dernier est désigné sur la figure par *b*; c'est lui qui, par un système d'engrenage de courroies sans fin et de cames, donne le mouvement aux divers trommels, à la roue de séparation, aux tamis à secousse, etc.

Occupons-nous d'abord du trommel plein. Il faut que ce trommel puisse tourner tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. On satisfait à cette condition au moyen d'un appareil que la *fig.* 6, *Pl. VI*, présente avec quelques détails, et que nous allons faire connaître. Trommel plein

α et *α'* sont deux roues en fonte, folles sur l'axe *b*; il est évident que si on relie l'une ou l'autre à l'axe, on donnera au trommel plein des mouvements de sens contraire. Or c'est ce qu'on peut faire facilement au moyen du collier en fonte 6; à son milieu, il est muni d'un boulon de fer qui s'engageant dans la rainure *γ*, le réunit à l'axe moteur; par conséquent, en l'assemblant avec l'une ou l'autre des roues, on satisfera à la condition demandée; pour cela, il suffit donc d'élever ou d'abaisser le collier 6; le mouvement lui est donné par l'ouvrier au moyen d'un anneau en fer adapté en *α'*, et qui est relié à l'extrémité d'un levier en bois; on conçoit d'ailleurs que dans ce mouvement le collier est guidé par le boulon engagé

dans la rainure γ, et que l'anneau est simplement passé en ε sans frotter contre le collier. Dans la position qu'indique la *fig.* 6, *Pl. VI*, il est évident que la roue α est fixée à l'axe et assemblée sur le collier, tandis que α' est folle et tourne en sens contraire de l'axe.

On voit que l'appareil précédent satisfait bien à la condition demandée.

Il faut maintenant pouvoir faire arriver de l'eau aux deux extrémités du trommel; pour cela cette eau étant amenée au niveau du premier étage de la laverie, deux coursiers en bois x et x', de 15 centimètres de largeur intérieure sur 25 centimètres de hauteur, la distribuent aux extrémités du trommel; ils sont d'ailleurs munis de petites portes, qui permettent de régler la quantité d'eau qu'on veut y laisser couler. Le conduit c donne $3^{m.c.},77$ d'eau par minute, sur lesquels les 2/3 au moins ou $2^{m.c.},51$ sont nécessaires pour le trommel plein. On emploie de préférence l'eau qui provient de la condensation dans la machine à vapeur, parce qu'elle est chaude et que le lavage s'opère beaucoup mieux.

Quant au trommel plein lui-même, il a, comme on le peut voir *fig.* 1 et 4, *Pl. VI*, une forme conique. Il est construit en forte tôle; celle qu'on a employée provenait d'une vieille chaudière de machine à vapeur; on avait d'abord un trommel en bois, mais il est résulté d'essais comparatifs qu'un trommel en tôle est bien préférable. Dans l'intérieur règne une surface hélicoïdale également en tôle; tout l'appareil est d'ailleurs consolidé par deux couronnes en fer, reliées à l'axe et placées aux deux extrémités du trommel, comme le dessin, *fig.* 4, le fait très-bien voir.

C'est par ζ que se fait le chargement; η est une ouverture devant laquelle se trouve un grillage très-fin en fil de fer, qui est maintenu par des barreaux. Le plus grand diamètre du trommel est $1^m,25$, le plus petit $0^m,63$; au milieu, il est de $0^m,94$. Le nombre des tours qu'il fait par minute est de 12 3/4; pur conséquent, la vitesse à la circonférence maxima est $0^m,84$, à la circonférence minima $0^m,42$; enfin à la circonférence moyenne $0^m,63$. Ce premier trommel coûte assez cher; entièrement confectionné, son prix est de 1875 fr.

Immédiatement au-dessous du trommel plein s'en trouve un autre à claire voie ou de séparation; il reçoit toujours son mouvement de l'axe vertical *b*, au moyen d'un engrenage conique. L'axe du premier trommel était horizontal, parce que la surface hélicoïdale qui règne à son intérieur fait avancer le minerai; mais ici, comme il n'y a pas de surface hélicoïdale, il faut que l'axe soit incliné; l'inclinaison ne doit pas être trop forte, parce qu'autrement le minerai tombant sur les barreaux du trommel, ressaute en vertu de leur élasticité, et ne se sépare pas par ordre de grosseur; d'un autre côté, si elle était trop faible, le minerai séjournant trop longtemps, le travail serait ralenti : l'expérience a appris qu'elle doit être de 7° à 8° pour le minerai de Tarnowitz. Trommel de séparation. Fig. 1 et 5, Pl. VI

A la tête du trommel et dans sa partie pleine, on a reconnu qu'il est bon de placer une couronne hélicoïdale en tête, comme celle du premier trommel, et ayant une largeur de 15 centimètres; elle a pour objet d'arrêter le minerai dans sa chute, et de faire en sorte qu'il soit mieux lavé par le courant d'eau.

Comme le minerai ne présente pas une struc-

ture schisteuse, et que les morceaux ont à peu près leurs trois dimensions égales, il n'est pas nécessaire que la surface du trommel soit formée par un grillage; des barreaux de fer placés à une certaine distance l'un de l'autre suffisent.

Il faut nécessairement que les petits morceaux se séparent les premiers; or comme ils sont mêlés avec toute la masse du minerai, et que la séparation est d'autant plus difficile que la masse est plus grande, on conçoit que les arêtes des divers cylindres à jour devront aller en diminuant de longueur : ces longueurs sont respectivement pour les trois cylindres 73 cent., 50 et 42; les intervalles entre les barreaux sont de 1^{c},3, 1^{c},9 et 2^{c},6; quant à l'épaisseur des barreaux, elle reste la même de 1^{c},3.

Le diamètre de ce trommel est de 0^{m},948; il fait 16 tours par minute, et sa vitesse à la circonférence est de 0^{m},79. Il est entièrement construit en tôle et en fer forgé; son prix est de 1125 fr.

Appareil de séparation ou séparations-rad.

Fig. 1, 2, Pl. VI.

Je passe maintenant à la description de l'*appareil de séparation*; il faut voir d'abord comment il reçoit son mouvement. Or, au moyen d'un engrenage conique, l'axe vertical *b* fait tourner l'axe horizontal *d*; ce dernier porte une poulie *e*, sur laquelle est passée une courroie sans fin qui, s'adaptant à un tambour *f*, donne le mouvement à l'appareil.

Le but de l'appareil de séparation est de répartir par ordre de grosseur tout le minerai qui a traversé les barreaux du trommel espacés de 1^{c},3; pour cela, on l'a composé de trois roues placées sur le même axe, qui rejettent successivement à la roue suivante, et enfin sur le sol de l'atelier le

minerai qui n'a pu passer à travers la claire-voie de leur circonférence.

La première roue est *gg*; elle se voit avec détails, *fig.* 1 et 3, *Pl. VI*; sa couronne est en bois doublé de tôle, mais son axe et ses bras sont en fer; à sa circonférence, elle est garnie d'une toile métallique dont les mailles ont 0m,16 de largeur. Les fils de fer horizontaux ont un diamètre un peu supérieur à la largeur des mailles, tandis que ceux qui s'entre-croisent avec ces derniers pour fermer la toile ont à peu près les mêmes dimensions. Cet objet est celui qui coûte le plus cher dans la construction de la roue : son prix est de 30 fr. le mètre carré. Environ à 25 centimètres de la circonférence extérieure, il y a un fond de bois qui est interrompu dans un de ses points, où il présente un rebord incliné *h*. La roue a 2m,51 de diamètre sur 0m,31 de largeur intérieure; elle fait neuf tours par minute et sa vitesse à la circonférence est de 1m,85. On lui donne ce grand diamètre, parce que le minerai qu'elle reçoit, contenant encore assez de schlamms, a besoin d'être agité pendant quelque temps pour s'en débarrasser; de plus, comme l'argile et les matières terreuses jouissent de la propriété de faire pâte à peu près comme la *triebsand*, quand elles ne sont pas suffisamment délayées, il est nécessaire de faire arriver une lame d'eau à la circonférence de la roue; elle jaillit à un mètre environ du sol de la laverie par le conduit en fonte *i*, et sa largeur est celle de la roue ou de 0m,31. Le conduit débite par minute 1m,26 de cette eau, qui est chaude et provient de la condensation dans la machine à vapeur : on a essayé de travailler sans cette lame d'eau; mais alors l'appareil ne fonctionne pas

bien, parce que les matières ténues se réunissent en boules qui adhèrent à la circonférence, et il ne s'opère pas de séparation. Du reste, il n'est pas nécessaire que la toile métallique soit interrompue au-dessous de $g''g''$ (*fig.* 1, *Pl. VI*) comme on l'avait fait d'abord, afin que l'eau entrât plus facilement dans l'intérieur de la roue de séparation; la circonférence extérieure est continue, et on a reconnu qu'ainsi elle a une plus longue durée.

La partie inférieure de la roue se trouve du reste entourée par une caisse en bois *k*, qui forme coursier, et reçoit tout ce qui a traversé les mailles du tamis; une porte *l* permet de régler à volonté la sortie de l'eau chargée de schlamms. Le minerai qui n'a pu traverser à la circonférence de cette première roue se rend par le canal *m* dans la seconde roue, puis de là, au moyen du canal *m'*, dans la troisième roue, et enfin ce qui n'a pu traverser les mailles et les interstices de l'appareil de séparation est rejeté par *m''* sur le sol de l'atelier; on avait d'abord construit des canaux en bois, mais on a reconnu qu'ils se détérioraient trop facilement, et on les fait maintenant en tôle. Les deux dernières roues *nn*, *pp* ont, comme on voit, même diamètre; il est moitié du précédent ou de $1^m,25$; la vitesse à la circonférence est de $0^m,59$, et le nombre des tours par minute est toujours de 9. Comme les schlamms ont déjà été enlevés, il n'est d'ailleurs plus nécessaire de faire arriver de l'eau sur le minerai. Les mailles de la deuxième roue *nn* présentent $0^m,32$ de la largeur; les barreaux *pp* de la troisième sont espacés de $0^m,65$; les couronnes et le fond sont encore en bois, doublé de tôle, et tout le reste est en fer.

On voit que la première partie *gg* de l'appareil de séparation est analogue à la roue de séparation employée à Scharley pour la calamine (voir *Ann. des mines*, t. IV, 1843, pag. 381). Cette dernière se composait de deux roues distinctes accolées l'une à l'autre, tandis qu'ici les deux roues sont en quelque sorte superposées, le diamètre de l'une d'elles ayant été un peu diminué; le mode de construction adopté à Tarnowitz nous paraît d'ailleurs préférable, parce qu'il est plus simple et parce que le poids de l'appareil est moins grand.

Tamis à secousse, fig. 1, pl. V.

L'axe *d*, qui fait tourner l'appareil de séparation, donne aussi le mouvement aux tamis à secousse; il porte trois roues dentées $qq'q''$ qui, pressant sur des leviers $rr'r''$, font mouvoir trois systèmes différents de tamis. Pour la régularité du mouvement, il est nécessaire que les leviers principaux qui font mouvoir les trois systèmes soient poussés l'un après l'autre; cela n'est même pas suffisant, et on a été obligé d'ajouter un volant *ss* en fonte d'un diamètre de 2^{m},20 et pesant environ 5,50 quint. mét. En outre, pour qu'il n'y ait pas de frottement, quand a lieu la prise des cames avec les leviers $rr'r''$ les surfaces frottantes sont constamment enduites par une brique de savon placée intérieurement, et qui est pressée par un petit ressort.

Les tonneaux dans lesquels plongent les tamis reçoivent sans cesse de l'eau fraîche; pour les 10 tamis, il faut environ 1$^{m.c.}$,88 d'eau par minute.

Cylindres broyeurs.

Les cylindres boyeurs oo' sont à peu près construits comme ceux desquels MM. *Dufrénoy* et *Élie de Beaumont* ont donné la description dans

leur voyage métallurgique en Angleterre. La *Pl. VII* en offre le dessin : *fig.* 1, 2, 3 et 4.

On voit que le mouvement leur est donné au moyen d'une courroie sans fin *t*, passée sur une roue reliée à l'axe principal ; le cylindre *o* est fixe, mais *o'* est mobile, ainsi que son tourillon, lequel est guidé dans son mouvement par une tige en fer. Le cylindre mobile *o'* est maintenu par un levier coudé à angle droit *u*, sur la grande branche duquel agit un poids ; la pression qui retient le cylindre est d'ailleurs très-variable, suivant la nature du minerai qu'il s'agit de broyer, et il est facile de l'évaluer, connaissant le poids suspendu et les grandeurs relatives des bras de levier. Les cylindres font environ 15 tours par minute ; quoiqu'en fonte et coulés en coquille, ils s'usent très-rapidement, et au bout de quelque temps leur rayon peut diminuer de plusieurs centimètres ; l'usure se fait du reste d'une maniere inégale.

Au-dessus de ces cylindres, au niveau du premier étage, on a établi une trémie qui sert à distribuer le minerai dont on peut d'ailleurs régler la quantité, au moyen d'un tiroir : au-dessous on avait d'abord placé un tamis rectangulaire à percussion ; il recevait les chocs d'une pièce de bois soulevée d'une manière intermittente par des cames placées sur l'arbre principal (1), mais on a abandonné ce système comme séparant mal le minerai, il a été remplacé par un *trommel à claire voie* $xx'x'x$, et incliné de 5 à 6°, qui reçoit son mouvement de rotation d'une courroie sans

Trommel à claire-voie pour le service des cylindres.

(1) Voir, pour la disposition de ce tamis à percussion, les planches de ce mémoire, qui ont été dessinées dans l'atlas du Mineur et du Métallurgiste, année 1843, article *Lavage de la galène à Tarnowitz*.

fin passée sur une poulie *w* adhérente à l'axe qui manœuvre les cylindres (voir *fig.* 2, *Pl. VII*).

Les *fig.* 1 et 2, *Pl. VII*, font connaître les dimensions principales de ce trommel, qui est du reste semblable au trommel de séparation déjà décrit; il divise le minerai en quatre grosseurs différentes, et ses barreaux sont espacés de 0$^{c.}$,4, 0$^{c.}$,6 et 1$^{c.}$,3; les morceaux qui ont plus de 1$^{c.}$,3 sortent à son extrémité, et tombent sur un plan incliné *y*, d'où ils se rendent dans la roue *z*.

Cette roue reçoit son mouvement de rotation d'une chaîne sans fin, passée sur une poulie adaptée à l'arbre principal, et qui s'engage entre des barreaux placés à la circonférence; elle est complétement construite en bois, sauf son axe et quelques garnitures qui sont en fonte ou en fer. Des espèces d'augets métalliques, un peu inclinés sur la circonférence de la roue, partagent sa couronne circulaire en cases; c'est dans ces cases que se rend le minerai sorti à la tête du trommel, et qui étant trop gros doit encore être repassé entre les cylindres; la roue le remonte, et lorsque les augets sont devenus verticaux, elle le laisse tomber sur le premier étage de la laverie. De l'emploi de cette roue, qui est d'ailleurs très-ingénieuse, il résulte, comme on voit, une économie bien entendue de main-d'œuvre. **Roue pour remonter le minerai.**

Enfin pour le lavage, on se sert aussi de caisses à tombeau et de tables à secousses; mais leur construction ne présentant rien de remarquable, il est inutile d'en parler ici. Nous terminerons cette description des appareils en faisant observer que les dimensions de la plupart d'entre eux ne pouvaient guère être fixées à priori, et qu'on a dû y arriver par des tâtonnements plus ou moins

longs; on verra du reste par les résultats obtenus que les dimensions indiquees sont très-convenables.

Bassins de dépôts.

Toute l'eau qui a été employée dans la laverie se rend d'abord dans un petit bassin de $1^m,25$ de largeur, sur une profondeur un peu plus grande; il est séparé en quatre compartiments par des planches qui n'affleurent pas jusqu'à la surface, mais qui forment autant de déversoirs sur toute la largeur du bassin.

Quand l'eau a déposé dans ces compartiments ses schlamms les plus riches, elle se rend dans de grands bassins; il y en a trois : celui du milieu est égal aux deux autres; leur volume est à peu près de 2400 m. cub. : quoiqu'ils n'aient guère plus d'un mètre de profondeur, au bout d'une année il suffit d'en nettoyer le tiers.

L'établissement de ces bassins, qui du reste n'a pas été très-dispendieux, présente plusieurs avantages; d'abord il n'y a pas lieu à indemniser les riverains par suite des dommages que causent les schlamms sur leurs propriétés; ensuite l'eau qui a déposé des schlamms sert de nouveau au lavage, car elle est en communication par une galerie muraillée avec une pompe manœuvrée par la machine à vapeur qui est au puits de la mine : cette pompe la reprend et la renvoie de nouveau sur la roue.

On voit donc que le lavage se fait avec une petite quantité d'eau; on compense d'ailleurs la perte qui résulte du travail et de l'évaporation en extrayant au besoin de l'eau dans la mine avec la machine à vapeur.

Frais d'établissement.

Les frais d'établissement de la nouvelle laverie et des appareils qui la composent sont assez con-

sidérables; mais cela tient principalement à des circonstances locales qui ont exigé des déblais et remblais considérables; en outre, à Tarnowitz, qui est le centre des mines de la Haute-Silésie, les matériaux de construction commencent à acquérir un prix assez élevé.

La dépense totale a été de 37.500 fr., sur lesquels il faut déduire 9000 fr. pour le creusement de 3000 m. cub. de bassins et des réservoirs; 6000 fr. pour la galerie muraillée qui met en communication les bassins avec la machine à vapeur; il reste donc pour la laverie et tous les appareils qui la composent, y compris les chemins de fer qui servent à amener le minerai, une somme de 22.500 fr., dont 10.125 ont été affectés aux bâtiments et 12.375 à l'exécution de tous les appareils de lavage proprement dits.

Description du lavage.

Occupons-nous maintenant de la description du lavage, qu'on exécute au moyen des appareils précédents.

Travail du *grubenklein* et du *scheidemehl* dans les trommels et l'appareil de séparation.

Le *Grubenklein* et le *Scheidemehl* étant transportés à l'usine, sont soumis à une série d'opérations que nous allons d'abord faire connaître avec détail.

Les tas de dépôt du minerai, qui sont considérables, se trouvent à quelque distance de la laverie; on a en conséquence établi un petit chemin de fer, qui conduit au premier étage du bâtiment. Le minerai est chargé dans une caisse en bois d'une longueur de 1^{m},80, laquelle est posée sur un waggon conduit par deux hommes recevant 0$^{fr.}$,75 par journée de travail; pour renverser le minerai contenu dans la caisse, on accroche cette dernière par sa partie inférieure au moyen d'une chaîne attachée à la petite branche d'un levier,

et on exerce une traction sur la grande branche. Comme le minerai est très-argileux, on a eu soin de mettre dans le fond de la caisse des copeaux et de la poussière avant d'en opérer le chargement, afin qu'il se détache avec plus de facilité. Il serait préférable d'employer pour le renversement un *waggon à bascule*, analogue à ceux dont on se sert pour l'exécution de nos chemins de fer et de tous les grands travaux de déblais et de remblais. Quoi qu'il en soit, le minerai tombe sur une aire formée de plaques de fonte qui est au niveau du premier étage de la laverie et à côté du trommel plein.

Le service de ce trommel est fait par trois hommes, payés comme les précédents à raison de $0^{fr},75$ par journée de huit à dix heures de travail. Voici de quelle manière ils opèrent : ils chargent avec des pelles le minerai dans le trommel; ce chargement se fait par l'ouverture ζ par laquelle ils laissent arriver de l'eau chaude provenant de la machine à vapeur, tandis qu'ils ne lui permettent pas de couler par le tuyau de conduite x, en même temps ils donnent au trommel un mouvement tel, qu'un point placé sur la surface hélicoïdale serait poussé de η vers ζ (voir *fig.* 4); comme cette surface hélicoïdale ne continue pas jusqu'à l'ouverture de chargement du trommel, on conçoit que le minerai ne devra pas ressortir. Le chargement dure 5′; quand on traite du grubenklein provenant de la couche tendre, comme il est accompagné de beaucoup d'ocre et d'argile, on laisse encore le trommel tourner dans le même sens pendant 10′ à 15′; puis on lui donne un mouvement en sens contraire, en même temps on permet à l'eau de couler par le canal x : lorsque le

minerai est très-impur, on alterne même plusieurs fois le sens du mouvement donné au trommel, de cette manière on le fait promener par la surface hélicoïdale d'un bout du trommel à l'autre, et le courant d'eau qui agit en même temps le débourbe et le débarrasse des schlamms, qui gêneraient beaucoup pour les opérations ultérieures du lavage. Quand le minerai contient, au contraire, peu de matières argileuses et seulement de la dolomie concassée, comme cela a lieu quand il provient de la couche dure, il n'est pas nécessaire de changer le sens du mouvement du trommel, il suffit que le minerai le traverse une fois dans sa longueur.

Dans une seule journée, on peut passer ainsi 45 à 60 m. cub. de grubenklein provenant de la couche dure, et seulement 19 à 25 m. cub., quand il a été exploité dans la couche tendre.

Les schlamms, pendant l'opération précédente, sortent par le grillage η, et se rendent immédiatement par le conduit *a* (voir *Pl. V*) dans le petit bassin de dépôt; nous nous occuperons plus tard de leur traitement.

Quant au minerai qui sort du trommel plein et auquel on donne le nom de *haufwerk*, il tombe par le canal en tôle μ (*fig.* 1 et 2, *Pl. VI*) dans le trommel de séparation, et dans sa chute il est lavé par l'eau qui s'échappe du conduit $\varkappa$.

On appelle *klaubewerk* ou minerai à trier, celui qui n'a pu passer entre les barreaux du trommel de séparation et qui tombe en ν : il est ramassé par des enfants qui le portent sur des klaubetafeln, ou tables avec des grilles en fonte ayant des ouvertures carrées de 2$^{cent.}$,5 de côté; la largeur de ces grilles est d'ailleurs de 52 centimètres. Le nom-

bre des enfants qu'on emploie varie de 10 à 20, suivant la nature du minerai; leur travail consiste à faire un triage; pour cela ils jettent de l'eau sur le minerai, afin de mieux voir les portions métalliques, et ils le séparent en *erz* ou galène pure; eu *durchwachsen handwerk* ou minerai avec gangue, et enfin en *gangue* qui est rejetée.

La galène peut être immédiatement envoyée à l'usine; quant au minerai avec gangue, on le laisse pendant quelque temps en tas ou *haldes*, exposé à l'action de l'air, et on le traite ensuite dans les cylindres broyeurs.

Le travail sur le klaubetafeln a donné en outre du *menu* qui a traversé les grilles; on l'enlève tous les mois, et on le traite dans les tamis à secousses.

Les enfants chargés du travail précédent reçoivent 0f.,50 quand ils portent, et 0f.,31 quand ils ne font que trier.

On donne le nom de *roesches setzkorn I, II*, au minerai ayant les grosseurs 2cent.,6 et 1cent.,9 qui est tombé en ρ et en σ, (*fig.* 1, *Pl. VI*), il est envoyé dans les tamis à secousse.

Le plancher qui reçoit le *klaubewerk* et le *roesches setzkorn* est formé en partie de grilles de fonte présentant des ouvertures qui ne sont pas assez grandes pour que les morceaux puissent passer au travers, mais qui permettent cependant à l'eau bourbeuse qui les accompagne de s'écouler; on conçoit que, sans cette précaution, le sol de la laverie serait couvert d'eau. Les ouvertures de ces grilles sont de 1cent.,3, en sorte que les morceaux qui ont échappé au triage de grosseur dans la première partie du trommel sont séparés de cette manière; on les recueille sur les grilles, et on les

traite à part au tamis au bout d'un certain temps; quant à l'eau bourbeuse, elle se rend dans les bassins.

Voyons maintenant comment on travaille le menu ou *feinkorn* qui a passé entre les barreaux du trommel espacés de 1^cent^,3. Ce minerai tombe avec l'eau qui l'accompagne sur le plan incliné *t* et se rend dans l'appareil de séparation qui continue à le laver et le répartit en morceaux d'égale grosseur.

Le jeu de cet appareil est facile à concevoir.

Pendant que la première roue *g g* fait un tour, le *feinkorn* arrivant du trommel à claire voie tombe sur le fond de bois *g'g'*, et s'accumule à la partie inférieure de la roue et dans la verticale; là il est maintenu par les joues de la roue qui s'élèvent de 30 centimètres environ au-dessus de la couronne intérieure en bois *g' g'*, et il est agité avec une partie de l'eau de lavage du trommel plein qui arrive avec abondance par le plan incliné *t*. Lorsque la partie de la circonférence dans laquelle le fond en bois est interrompu, passe par en bas dans la verticale, le minerai poussé par le rebord *h*, en vertu du mouvement de rotation de la roue, quitte la couronne de bois *g' g'* sur laquelle il glissait d'abord, et tombe sur la couronne extérieure en toile métallique *h' h'*.

Il se fait alors une première séparation.

Tout ce qui est assez ténu pour traverser les mailles de la toile métallique *h'k'*, qui forme la circonférence extérieure de la roue, se rend dans un coursier *kk* (*fig.* 1, 2, 3, *Pl. VI*, et *fig.* 2, *Pl. V*), dans lequel on peut régler à volonté l'écoulement de l'eau au moyen d'une petite porte *l*, et empêcher ainsi qu'un courant trop rapide n'en-

traîne des parcelles de galène. Un enfant est constamment occupé à agiter l'eau qui est dans la caisse du coursier avec un bâton, de manière à faciliter la séparation des parties métalliques de celles qui sont argileuses; et en même temps il veille à ce que la porte *l* ne puisse s'obstruer.

Dans le coursier en bois *l l' l'' l*, par lequel elle s'échappe, l'eau qui tient beaucoup de parcelles de galène en suspension rencontre un petit déversoir *l' l'* (*fig.* 1, *Pl. V*) qui en arrête la plus grande partie; et un ouvrier recevant 0f,75 agite avec une pelle et remue sans cesse contre le courant tout ce qui s'est déposé au-dessous du ressaut *l'' l''*; de cette manière il sépare plus complétement les parcelles métalliques des boues qui se sont précipitées avec elles. On donne le nom de *schlammgraben* au dépôt qui se forme dans le coursier en bois *l l'' l'' l*; c'est un schlamm riche qui se traite dans les caisses à tombeau, et duquel on retire facilement les parties métalliques à cause de l'égalité de son grain. Quant au schlamm qui est entraîné plus loin par l'eau, il est pauvre, et il dépose dans les compartiments du petit bassin les parties métalliques qu'il contient.

Voyons maintenant ce que devient la partie du *feinkorn* qui est dans l'intérieur de la roue de séparation; au moment où il tombe sur la toile métallique, il y adhère et il est entraîné avec elle par le mouvement de rotation de la roue; mais bientôt il rencontre la lame d'eau qui est lancée à travers la toile métallique par l'ouverture *i* (*fig.* 1, *Pl. VI*, et *fig.* 2, *Pl. V*), elle le débarrasse du schlamm qu'il retient encore quoiqu'en petite quantité, tandis que le frottement des morceaux les uns contre les autres, et contre la toile métal-

lique sur laquelle ils ressautent, complète le lavage : cela continue ainsi pendant un tour entier de la roue, jusqu'à ce que la cloison de tôle $g'g'$ (*fig.* 1, *Pl. VI*) qui sépare la couronne en bois de la couronne en toile métallique vienne entraîner le minerai; cette cloison n'est pas perpendiculaire aux joues de la roue, mais elle est au contraire inclinée du côté du canal *m* avec lequel elle se raccorde et dont l'une des faces forme la prolongation de la cloison. On conçoit alors que par suite du mouvement de rotation de la roue, la cloison doit élever successivement le minerai qui, en vertu de sa pesanteur, ne tarde pas à glisser le long du canal *m*, et qui tombera même avant que la cloison soit arrivée au point culminant.

En étudiant la *Pl. VI*, on comprendra le jeu de cet appareil, qu'il est du reste plus facile de concevoir que d'expliquer. La *fig.* 1 représente la première roue de séparation au moment où le *feinkorn* vient de tomber dans son intérieur, et la cloison $g''g''$ est en bas; sur la *fig.* 2, au contraire, la cloison est à la partie supérieure, et ce qui n'a pu traverser la toile métallique s'écoule par le canal *m*.

Cette portion de *feinkorn*, qui n'a pas pu passer à la circonférence de la roue *gg*, se remet dans la deuxième roue *nn*, et en même temps il y a un peu d'eau qui est amenée par le canal *m*; elle reste dans cette roue pendant un tour entier; après quoi elle rencontre une cloison disposée comme $g''g''$ dans la première roue, qui enlève le minerai à la partie supérieure et l'oblige à glisser par le canal *m'* dans la troisième roue *pp* : on conçoit du reste que par une disposition analogue dans l'intérieur de cette troisième roue, ce qui

n'aura pu traverser à sa circonférence, sera rejeté par le canal m'' sur le sol de l'atelier.

On donne le nom de *setzkorn III*, *IV*, *V* au minerai obtenu par ce dernier tirage de *l'appareil de séparation* et qui tombe en $\omega\omega'\omega''$ (*fig.* 2, *Pl. VI*); il est travaillé dans les tamis à secousse.

Travail du *rosches setzkorn* I et II, ainsi que du *setzkorn* III, IV, V, etc., dans les tamis à secousse.

Dans ce qui précède, nous avons mentionné plusieurs espèces de minerai qui sont traitées dans les tamis à secousse, nous allons faire connaître maintenant ce travail lui-même. Il est exécuté par quatre maîtres recevant un franc par journée, et ayant sous leurs ordres douze jeunes gens à 0f.,38.

Parmi ces tamis (1), les uns, ceux qui ont de larges mailles, sont destinés au gros grain; les autres, au contraire, au petit grain; mais il n'y a pas de différence essentielle entre eux, car leurs vitesses sont les mêmes; l'expérience a montré qu'il n'est pas nécessaire à Tarnowitz de leur donner des vitesses différentes, parce que le minerai qu'il s'agit de séparer est de la galène dont la densité est très-différente de celle de la dolomie et de l'argile dans lesquelles elle est répandue; mais en général il n'en est pas ainsi; par exemple, à Scharley, pour le lavage de la calamine, qui est mêlée avec de la galène, les vitesses sont différentes, et il en est de même au Hartz où l'on attache une grande importance à ce que les tamis, pour le petit grain, reçoivent un plus grand nombre de secousses, ces secousses étant du reste moins violentes.

Le travail en lui-même est fort simple, il con-

---

(1) Voir pour ces tamis *fig.* 1, *Pl. V*, et aussi, pour en avoir des dessins détaillés, l'atlas du Mineur et du Métallurgiste de 1844, article *Lavage de la calamine à Scharley*.

siste à placer le minerai dans le tamis qui reçoit ensuite son mouvement de la roue et va 180 fois par minute. Au bout d'un temps plus ou moins long et qui dépend évidemment de la nature du minerai traité, ce qu'on a mis dans le tamis est divisé en trois parties, la partie inférieure qui est du minerai pur ou *erz*, la partie moyenne qui est du minerai mélangé de gangue *durchwachsen gestein*; la partie supérieure qui n'est que de la *gangue*. On enlève la partie supérieure seulement, et on remet du minerai dans le tamis. Quant à la partie inférieure, on ne la retire qu'au bout de trois ou de six opérations suivant la richesse du minerai.

Dans une journée de 8 à 10 heures de travail, un tamis donne de 2 à 9 q. m. de minerai pur ou *erz* lorsqu'on traite de gros morceaux; lorsque ce sont de petits morceaux, on a généralement 1 ½ q. m. de plus.

La galène ou *erz* est envoyée immédiatement à l'usine; le minerai avec gangue reste exposé en tas à l'action de l'air pour être passé ensuite aux cylindres; quant à la gangue, elle est rejetée. Enfin on conçoit que, dans le travail précédent, les morceaux de galène, en frottant les uns contre les autres, ont donné beaucoup de *menu* fort riche qui a traversé les mailles du tamis et s'est rendu au fond du tonneau; ce *menu* est lavé à part sur les tables à secousse.

Lavage des schlamms riches dans les caisses à tombeau.

Occupons-nous maintenant du travail dans les caisses à tombeau qui, comme nous l'avons dit, ne présentent rien d'extraordinaire : une lame d'eau très-mince arrive à leur tête, et on fait tomber successivement devant elle le minerai; l'eau s'écoule d'ailleurs par des trous en diagonale. Il y

a quatre caisses à tombeau, mais trois suffisent pour la laverie, chacune d'elles est desservie par un maître à 1 fr. et un aide à $0^{f.},38$.

La durée d'une opération est de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ d'heure. On traite en une fois $0^{m.c.},40$ de matière qu'on divise en 3 parties; celle de la tête qui est repassée à la fois suivante, celle du milieu qui est traitée dans une autre caisse à tombeau, celle de l'extrémité qui est rejetée; suivant la richesse et la nature des schlamms sur lesquels on opère, on recommence l'opération de 2 jusqu'à 4 et même jusqu'à 8 fois avant d'avoir du schlich pur à la tête du schlammgraben; on obtient alors $0^{q.m.},50$ à $1^{q.m.},50$ de schlich.

Pour l'année 1840, le travail des trommels, de l'appareil de séparation, des tamis à secousse et des caisses à tombeau a donné les résultats suivants :

	Nature du minerai lavé.	Haufwerk travaillé.	On a obtenu : Galène	Schlich des caisses à tombeau.	D'un mètre cube de haufwerk, on a : Galène.	Schlich.
1840.		m. c.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.
	Grubenklein.	5.456	4.941	866	0,81	0,15
	Scheidemehl.	88	167	65	1,89	0,74
	Somme. .	5.444	5.108	931	Moyenne : 0,90	0,19

Le mois de décembre de l'année 1840 offre en particulier un résultat très-remarquable; en 26 journées de travail, malgré la rigueur de la saison et la brièveté des jours, on a pu laver 1041 m. c.

de Grubenklein qui ont donné 1342 q. m. de galène ou *erz*, et 248 q. m. de schlich.

Nous terminerons ce que nous avons dit sur le travail des divers appareils précédents par une remarque générale, savoir : 1° que pendant le même temps et avec une moindre dépense de main-d'œuvre, on peut obtenir plus de minerai ; 2° que le lavage est beaucoup plus parfait ; 3° que le minerai obtenu soit dans les tamis, soit dans les caisses à tombeau, est plus riche.

Ces divers avantages qui établissent la supériorité du nouveau système sur l'ancien, résultent des prix de revient du mètre cube de minerai lavé, d'expériences comparatives, et d'essais pour plomb faits sur les minerais ; c'est d'ailleurs ce que nous développerons encore plus loin.

Travail du minerai engagé dans la gangue au moyen des cylindres broyeurs.

Occupons-nous maintenant du travail de certains minerais obtenus dans les opérations précédentes.

Les minerais dans lesquels la galène est répandue dans la gangue, après avoir été exposés au moins pendant un hiver à l'action de l'air, sont toujours traités dans les *cylindres broyeurs* ; ce sont les *walzerze*, le *durchwachsen handwerk*, le *durchwachsen gestein.*

Il est facile de concevoir de quelle manière cela a lieu d'après la description que nous avons donnée de l'appareil ; le minerai est amené au premier étage, puis jeté dans la trémie *vv' v' v* (*fig.* 1 et 2, *Pl. VII*) ; les cylindres *o* et *o'* auront été plus ou moins écartés, suivant que la galène se trouve en petits morceaux ou en veinules répandues dans la gangue. On conçoit d'ailleurs qu'il est important de ne réduire le minerai qu'au degré de ténuité qu'il doit avoir pour qu'on puisse le séparer faci-

lement de sa gangue, car le menu ou le *schlich* a une valeur bien inférieure à celle des *erz*. Pour arriver à ce résultat, il faut autant que possible traiter ensemble les morceaux qui ont à peu près la même dureté, et on doit les avoir laissés assez longtemps à l'air pour qu'ils aient pu se désagréger. Après avoir été pulvérisé entre les cylindres, le minerai tombe dans le trommel de séparation placé au-dessous, qui le répartit en quatre grosseurs différentes, 1° le *menu* qui se rend en *u'* et qui est accompagné de parcelles excessivement ténues produites par le broyage des cylindres; il est nécessaire de le faire passer dans l'appareil de séparation qui, dans son premier compartiment, en extrait un schlamm très-riche qu'on traite dans les caisses à tombeau. On a ensuite 2° et 3° du minerai dont la grosseur est à peu près la même que celle du *setzkorn IV* et *V* qu'on obtient au moyen de l'appareil de séparation. Ce minerai qui tombe en *u''* et *u'''* se traite immédiatement dans les tamis à secousse; 4° enfin *ce qui n'a pu traverser* à la circonférence du trommel de séparation, arrive par le plan incliné *yy* qui le conduit dans la roue *zz'z'z*; cette dernière le remonte au premier étage, et il est repassé entre les cylindres.

Dans une journée on a souvent broyé ainsi de 14 m.c.,50 à 14 m. c. de minerai; du reste, d'après la manière dont on a organisé actuellement le travail du lavage, les cylindres broyeurs ne sont guère en activité que pendant 2 ou 3 mois de l'été.

Nature du minerai.	Nombre de mètr. cubes moulus.	On a retiré : Galène.	Schlich des caisses à tombeau.	On a pour 1 mètre cube : Galène.	Schlich.	Somme.
Minerai avec gangue. . .	m. c. 755	q.m. 643	q.m. 388	q.m. 0,84	q.m. 0,51	q.m. 1,35

En réunissant ces résultats à ceux qui ont été obtenus précédemment, on voit que dans le lavage du minerai en 1840,

6.294 m.c. minerai ont rendu { 5.755 q. m. galène. / 1.327 q. m. schlich.

Somme. . . 7.082 q. m. minerai lavé.

Nous ferons remarquer que le travail des cylindres broyeurs a été très-avantageux et bien supérieur à celui du bocard qui était employé autrefois; on s'en fera une idée par ce qui va suivre :

Les registres de la mine apprennent que pendant les 20 dernières années du travail avec les bocards un mètre cube de *pocherz* ou de *haldes* a rendu moyennement $0^{q.m.}$,43 ; les cylindres ayant donné $1^{q.m.}$,35, on voit que un volume de minerai rendant un q. m. de minerai au bocard, en rend $3^{q.m.}$,13 lorsqu'il est broyé entre les cylindres, c'est-à-dire que toutes choses égales on extrait *trois fois plus* de minerai par la deuxième méthode que par la première.

Il faut observer en outre, que sur le minerai obtenu avec les cylindres, il y a 0,62 de *erz* ou de galène, et 0,38 de *schlich* ; or, le prix du q. m. de *erz* étant supérieur de plus de 12 fr. à celui du quintal métrique de schlich, on conçoit que de cela seul, il va résulter un énorme bénéfice.

D'après M. de Marignac, des essais comparatifs exécutés au Hartz, sur le travail des cylindres broyeurs et des bocards, ont donné des résultats qui concordent avec ceux de la Haute-Silésie : on a reconnu que, dans les deux cas, la quantité de minerai qui se perd est d'autant plus grande, que le minerai a été broyé ou bocardé plus fin, et que toutes choses égales la perte pouvait être double ou triple par le bocard de ce qu'elle est par les cylindres (1).

Il peut paraître surprenant au premier abord qu'il y ait autant de minerai perdu dans le travail avec les bocards; mais on s'en rendra compte en observant que les bocards pilent très-inégalement, et que la galène étant friable, il se produit beaucoup de parcelles très-ténues qui sont entraînées par le cours d'eau ; c'est l'inconvénient qui résulte toujours de la pulvérisation par voie humide ; on voit quelle grande différence cela donne ici. On ne peut du reste méconnaître qu'une partie du résultat précédent doit être attribuée à la nouvelle organisation de la laverie, qui permet de séparer beaucoup plus complétement le minerai de sa gangue, et livre pour le travail des cylindres des minerais plus riches.

Nous ferons observer que le schlich des caisses à tombeau se lave plus facilement et qu'il est plus riche qu'avant, comme cela résulte d'essais exécutés à l'usine à plomb de Frédérichshütte : on conçoit d'ailleurs que c'est une conséquence de ce que les parties ténues sont plus égales. En récapitu-

---

(1) Voir le mémoire de M. de Marignac sur le Harz, déposé à la bibliothèque de l'École des mines. Campagne de 1840.

lant les avantages que présentent sur le bocard les cylindres broyeurs, on peut les réduire à trois, et on trouve: 1° qu'on retire une quantité de minerai beaucoup plus grande; 2° que la majeure partie de ce minerai est en morceaux ou *erz* et non en schlich; 3° que les schlich obtenus dans les caisses à tombeau sont plus riches.

Traitement des schlamms pauvres sur les tables à secousse.

Passons maintenant au travail *des tables à secousse*. On traite sur ces tables les schlamms pauvres qui se sont rendus dans les compartiments du petit bassin de dépôt, et le menu qui a traversé les mailles du tamis.

Les tables à secousse au nombre de 6 sont établies dans un bâtiment à part, et manœuvrées par une roue hydraulique de 3 mètres de diamètre; elles ont une inclinaison très-faible de quelques degrés seulement; on l'augmente un peu quand le grain de la matière à laver devient plus gros: elles reçoivent 16 à 20 coups par minute, et plus ces coups sont violents, plus la séparation du minerai se fait facilement. Le personnel se compose d'un maître et de six aides; ils sont payés comme les ouvriers qui travaillent aux caisses à tombeau.

On traite à part les schlamms des deux premiers compartiments du petit bassin qui a 1m.,25 de largeur, et ceux des deux derniers compartiments du même bassin; les premiers s'appellent *Rösches schlamm*; les seconds *zaher schlamm*; leur richesse varie du simple au double.

Il arrive rarement qu'on traite les schlamms qui se trouvent au delà; du reste, pour qu'on puisse les laver avec quelque avantage, il faut que de 100 q. m. de schlamms on retire 1q.m.,43 de schlichs ayant une richesse de 30 à 32 p. 100; c'est la limite inférieure.

Le lavage s'opère comme à l'ordinaire, avec un râteau de bois; on ramène doucement les matières à la tête de la table; quand elle est couverte d'une couche suffisamment épaisse de schlamms, on la partage généralement en deux parties : la partie inférieure qui est rejetée, la partie supérieure qui est retraitée; on fait de même à la deuxième opération; à la troisième, on divise ordinairement ce qui reste sur la table en trois parties : la tête, qui est du schlich pur, est mise de côté, le milieu est retraité, enfin le bas est rejeté.

Quelquefois on commence à faire la division ainsi dès la première opération, cela dépend de la richesse des schlamms, mais généralement il faut traiter le schlamm trois fois avant d'avoir le *schlich* pur.

Voici les résultats de ce travail pour 1840.

Nature des schlamms.	Quintaux de schlich obtenus.	Nombre de brouettes de schlamms de $0^m,040$.	Moyennement pour 100 brouettes.
	q.m.	brouettes.	q.m.
Rösches schlamms.	422	12.675	3,48
Zaher schlamms. .	176	9.265	1,88
Somme. . .	598	21.940	2,74

Les schlichs qu'on a obtenus en 1840 sur les tables à secousse sont plus riches que ceux des années précédentes; cependant il est à remarquer que la quantité de schlamms produite maintenant est beaucoup moindre; car de 1836 à 1838 un mètre cube de minerai traité en a donné $0^{m.c.},401$, et de 1840 à 1842 on n'en a eu que

0,141 ; c'est-à-dire le tiers de ce qu'on avait d'abord. D'un autre côté, la quantité de schlichs qu'on retire sur les tables à secousse, en lavant un même volume de ces schlamms, est beaucoup plus grande depuis l'établissement des nouveaux appareils; car si on la représente par 1 de 1836 à 1838, elle est de 1,79 de 1840 à 1842 : ce résultat remarquable doit être attribué à l'organisation de la nouvelle laverie, qui livre des schlamms d'une grosseur plus égale et par conséquent à un état plus facile à traiter.

Résultats généraux du nouveau procédé.

Dans les opérations qui précèdent, l'expérience a appris que pour 100 en volume de *grubenklein* lavé, on retire en moyenne à peu près les produits qui sont donnés par le tableau suivant :

1° *Klaubekorn* qui est cassé sur les tables de triage . .	13		120
2° *Setzkorn* qui est traité dans les tamis à secousse. . .	40 1/2		
3° *Grabenforrath* qui est traité dans les caisses à tombeau.	13 1/2		
4° *Schlamms* *a* qui sont travaillés sur les tables à secousse.	14	53	
4° *Schlamms* *b* qui sont trop pauvres pour être lavés.	39		

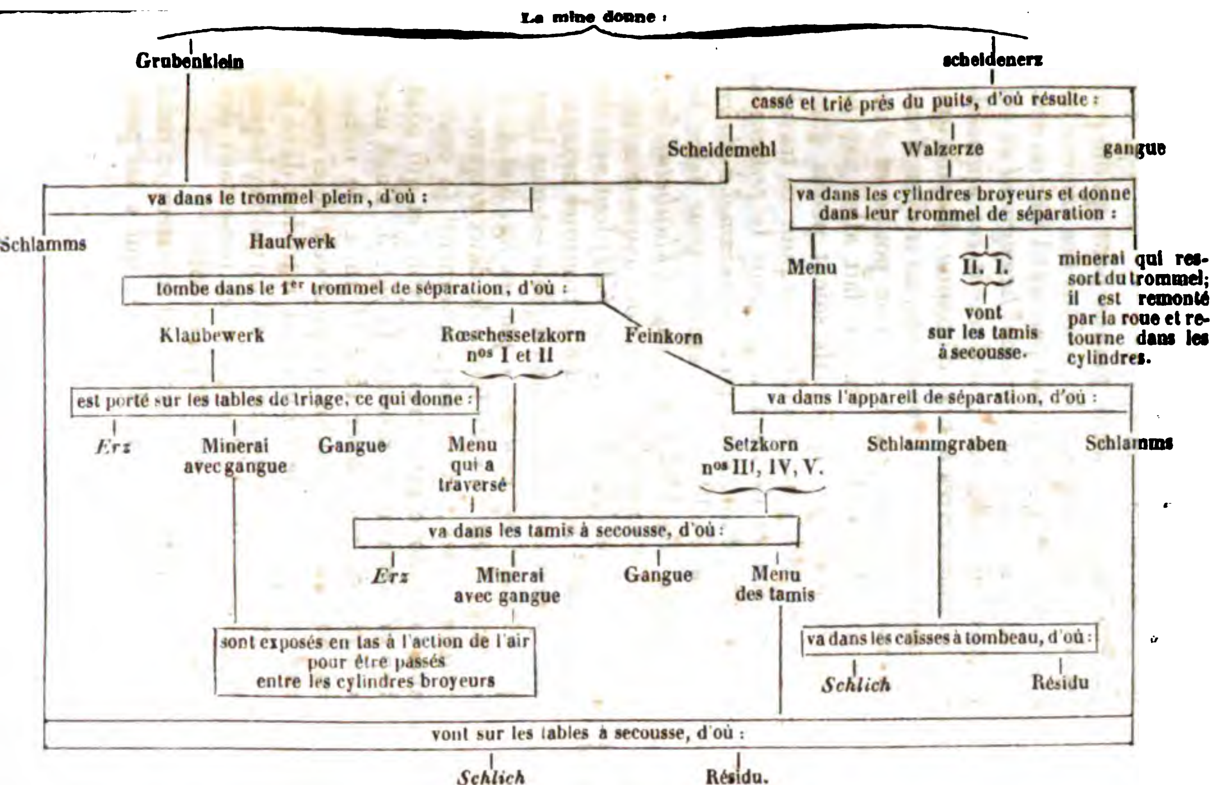
On voit qu'on arrive à ce résultat, qui paraît très-bizarre au premier abord, que le volume des divers produits qu'on retire du lavage est plus considérable d'un cinquième que celui du *grubenklein* sur lequel on avait opéré d'abord; il s'explique cependant très-bien, en observant qu'avant le lavage les parties menues sont engagées dans les interstices et les vides qui se trouvent dans les parties plus grosses, et que du reste l'eau doit produire aussi une augmentation de volume.

Si on cherche quelles sont les quantités pondérales de minerai qui sont données par un vo-

lume des divers produits intermédiaires qu'on obtient dans le lavage, en rapportant tout à 1 mètre cube, on arrive aux nombres qui sont consignés ci-contre.

POUR 1 MÈTRE CUBE.		ERZ.	SCHLICH.
		q.m.	q.m.
a de *grubenklein*		0,794	0,167
b de *scheidemehl*		2,010	0,650
c de *grabenforrath*		» »	1,268
d de *walzgange*		1,058	0,475
e de *scheidegange.*	α *walzgange*	1,053	0,474
	β *scheidemehl*	2,004	0,644
Moyennement pour 1 mètre cube.		0,591	0,234

Comme le minerai de plomb de Tarnowitz subit une série de manipulations assez compliquées, pour mieux faire voir comment les diverses opérations se succèdent et s'enchaînent les unes aux autres, nous croyons qu'il est bon de les réunir dans un tableau qui permette de les embrasser toutes à la fois : celui qu'on va lire satisfait à cette condition.


La mine donne :
Grubenklein
scheidenerz
cassé et trié près du puits, d'où résulte :
Scheidemehl
Walzerze
gangue
va dans le trommel plein, d'où :
Schlamms
Haufwerk
va dans les cylindres broyeurs et donne dans leur trommel de séparation :
Menu
II. I.
vont sur les tamis à secousse.
minerai qui ressort du trommel; il est remonté par la roue et retourne dans les cylindres.
tombe dans le 1er trommel de séparation, d'où :
Klaubewerk
Rœschessetzkorn nos I et II
Feinkorn
est porté sur les tables de triage, ce qui donne :
Erz
Minerai avec gangue
Gangue
Menu qui a traversé
va dans l'appareil de séparation, d'où :
Setzkorn nos III, IV, V.
Schlammgraben
Schlamms
va dans les tamis à secousse, d'où :
Erz
Minerai avec gangue
Gangue
Menu des tamis
sont exposés en tas à l'action de l'air pour être passés entre les cylindres broyeurs
va dans les caisses à tombeau, d'où :
Schlich
Résidu
vont sur les tables à secousse, d'où :
Schlich
Résidu.

Lavage des anciens résidus ou des haldes.

Depuis un certain nombre d'années, l'ancienne méthode de lavage, décrite avec détails par M. Manès, dans les *Annales des mines*, avait reçu des perfectionnements assez grands pour qu'on pût retraiter avec avantage les résidus des anciens lavages : c'est ce qu'on faisait pendant l'été ; on employait pour cela un *trommel hexagonal* et un *trommel à claire voie* ; seulement ces appareils étaient manœuvrés à bras d'homme. Depuis que la nouvelle laverie est construite, au moyen d'une courroie sans fin passée sur une poulie et d'un système d'engrenage, on les fait aller par la roue hydraulique, quoiqu'ils soient placés dans un autre bâtiment ; il suffit alors pour ce travail d'un maître et de deux aides pour le *trommel hexagonal*, d'un maître pour le *trommel à claire voie* ; on a d'ailleurs des enfants pour faire le triage sur des tables de triage (*klaubetafeln*, construites comme celles que nous avons décrites.

Trommel hexagonal.

Les dessins (*fig.* 3 et 4, *Pl. VII*) font voir de quelle manière est construit le trommel hexagonal ; seulement celui qu'on emploie est plus long que celui qui est représenté par les *fig.* 3 et 4 ; il a $1^{m},09$: il est du reste formé de deux *trommels concentriques*, ayant respectivement 40 centimètres et 30 centimètres de rayon, et qui sont disposés comme le montre la *fig.* 3. Dans une journée, on peut laver 15 à 16 m. c. de minerais ou d'anciens résidus, et pour cela voici comment on opère : le minerai est introduit dans le trommel intérieur *aaaaa*, qui est formé de plaques de fonte de $1^{cent.},3$ d'épaisseur et présentant des ouvertures carrées de $1^{cent.},95$ de côté.

Ce qui s'échappe du trommel intérieur se rend dans le second trommel *bbbbb*, qui a ses pans

formés par une toile métallique en fil de fer, dont les mailles ont $0^{cent.},13$ de largeur; enfin ce qui peut traverser ce tamis tombe au fond de la caisse en bois *cc'c''*, dans laquelle tourne le trommel, et les parties métalliques se déposent dans le conduit *dd* à l'état de schlamms. Un courant d'eau est du reste amené dans cette caisse par un tuyau en fonte *tt'*, disposé comme on le voit sur la figure, et l'écoulement est réglé de manière qu'il y ait dans la caisse *cc'c''* de l'eau à peu près jusqu'à l'axe du trommel.

Quand on veut enlever du trommel les matières qui y sont restées, en pressant un peu sur un contre-poids *p*, on le sort de l'eau et on lui donne la position *p'*, qu'il a sur la *fig*. 3, *Pl. VII*, où elle est indiquée par des lignes ponctuées, alors on ouvre la porte *ee'*, qui peut tourner autour de la charnière *e'*, et on fait tomber ainsi tout ce qui était entre les deux trommels; puis on retire le boulon en fer *f*, qui tenait la porte *gg'* fermée; cette dernière prend la position *o'o''*, et ce qui était resté dans le trommel intérieur *aaaaa* tombe à son tour.

Le minerai obtenu dans le travail précédent est trié à la main sur des tables, ou passé dans un petit trommel à claire voie, également mû par la machine, qui le répartit en cinq grosseurs différentes, lesquelles sont respectivement $1^{cent.},99$, $1^{cent.},3$, $0^{cent.},65$, $0^{cent.},43$, $0^{cent.},32$. Ces minerais sont ensuite traités chacun séparément dans des tamis à secousse.

Quant aux schlamms qui sont sortis du trommel hexagonal, et qui se sont déposés dans le conduit *dd*, on les lave dans les caisses à tombeau ou

sur les tables à secousse, suivant qu'ils sont plus ou moins riches.

Voici quels ont été les résultats de ce lavage des résidus pour 1840.

Nombre de mètres cubes lavés.	On en a retiré :		Somme.
	Galène.	Schlich.	
1.107 m. c.	275 q. m.	111 q. m.	386 q. m.

On voit que le lavage des résidus est encore très-avantageux, car un mètre cube contient encore :

Erz $0^{q.m.},248$; Schlich $0^{q.m.},100$.

On en retire donc en tout $0^{q.m.},348$ de galène à l'état de erz ou de schlich. Comme de 1836 à 1842, 1 mètre cube de minerai soumis au lavage a donné moyennement $1^{q.m.},189$ à $0^{q.m.},874$ de galène, il en résulte qu'il reste encore dans les morceaux triés de ces haldes le tiers ou même les deux cinquièmes de ce que contient le minerai exploité dans ces dernières années.

C'est seulement depuis 1839 que M. de Carnall a songé à mettre en mouvement le trommel hexagonal et son trommel à claire voie, au moyen de la roue principale qui fait aller tous les appareils de la laverie; c'est ce qu'il a réalisé avec une courroie sans fin, qui fait tourner un axe donnant le mouvement aux deux trommels placés dans un bâtiment adjacent à celui qui est représenté *fig.* 1, *Pl. V.* Auparavant ces deux trommels

étaient mus à bras d'homme, au moyen de deux manivelles (voir *fig.* 4, *Pl. VII*).

Or voici quelle a été depuis 1836 jusqu'à 1839, et depuis 1839 jusqu'à 1842, la moyenne des prix de revient du mètre cube de résidu lavé et du quintal métrique de minerai obtenu :

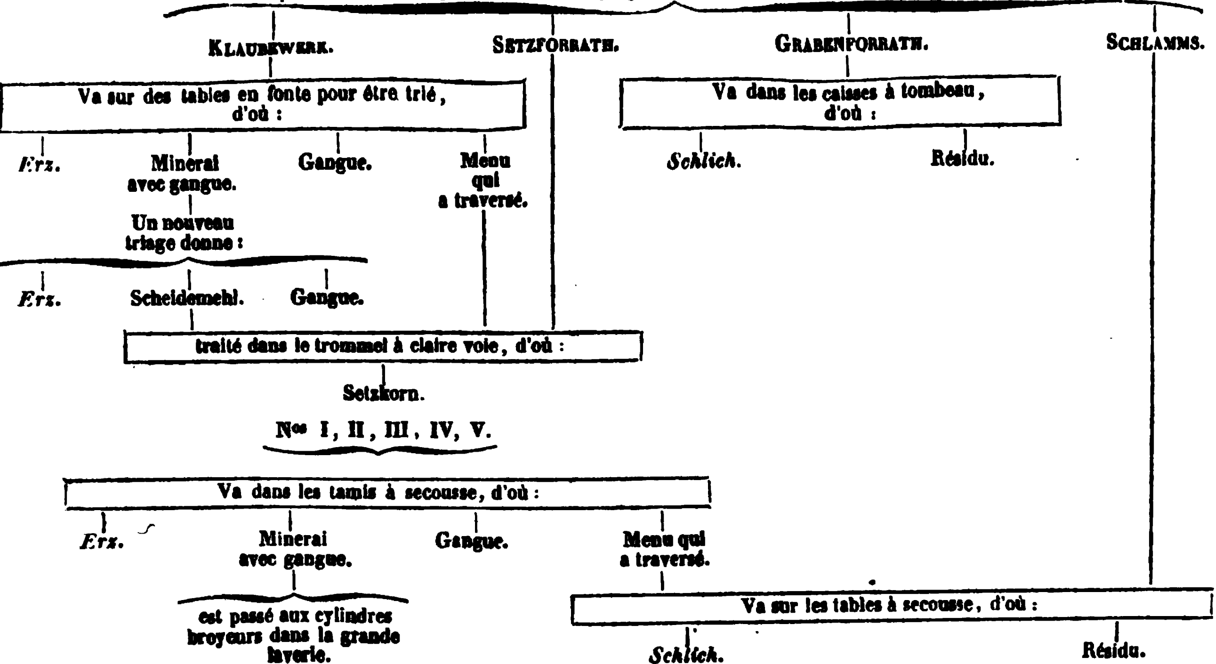
Lavage des haldes.	Prix de revient	
	du mètre cube de haldes lavés.	du quintal métrique de minerai obtenu.
	fr.	fr.
De 1836 à 1839.	2,99	6,55
De 1839 à 1842.	1,50	4,54
Différence. . . .	1,49	2,01

Par la nouvelle méthode de lavage des haldes, le prix de revient du quintal métrique de minerai obtenu a donc été réduit de près du tiers; ce bénéfice représente l'*économie de main-d'œuvre* qui résulte de l'emploi de la roue principale comme force motrice. Si l'on observe que le prix moyen de vente du quintal de minerai est de 29 fr. pour les erz et de 14 fr. pour les schlichs, on voit que le lavage des haldes est encore très-avantageux ; car lorsqu'on se sert de la nouvelle méthode de lavage, il donne lieu à un bénéfice qui varie de 9 fr. à 28 fr. par quintal métrique de minerai obtenu.

On emploie quelquefois le *trommel hexagonal*, qui est représenté *fig.* 3 et 4, *Pl. VII*, pour laver le minerai sur le puits d'extraction avant d'en faire le triage à la main ou le *scheidage*, ou

bien pour traiter d'anciennes haldes qui sont à une grande distance de la laverie de Tarnowitz; dans ces deux cas, il est toujours mû à bras d'homme.

Comme le lavage des *haldes* ou résidus donne lieu à une série d'opérations assez compliquées, pour qu'on puisse en embrasser facilement l'ensemble, nous avons jugé convenable de les résumer dans le tableau suivant :


On sépare à la main les gros morceaux de gangue et on a dans le trommel hexagonal.
Klauberwerk.
Setzforrath.
Grabenforrath.
Schlamms.
Va sur des tables en fonte pour être trié, d'où :
Erz.
Minerai avec gangue.
Gangue.
Menu qui a traversé.
Un nouveau triage donne :
Erz.
Scheidemehl.
Gangue.
traité dans le trommel à claire voie, d'où :
Setzkorn.
Nos I, II, III, IV, V.
Va dans les tamis à secousse, d'où :
Erz.
Minerai avec gangue.
Gangue.
Menu qui a traversé.
est passé aux cylindres broyeurs dans la grande laverie.
Va dans les caisses à tombeau, d'où :
Schlich.
Résidu.
Va sur les tables à secousse, d'où :
Schlich.
Résidu.

PROCÉDÉS.	ON A LAVÉ : Grubenklein et scheidemehl.	Haldes et walzgange.	Schlamms.	Sommes.	ON A OBTENU : Erz.	Schlich des caisses à tombeau.	Schlich des tables à secousse.	Sommes.	PRIX MOYEN DU mètre cube.	quintal métrique.
	mèt. cub.	mèt. cub.	mèt. cub.	mèt. cub.	quint. mét.	quint. mét.	quint. mét.	quint. mét.	fr.	fr.
Nouveau.										
Trommels, appareils de séparation et tamis.	19.130,424	»	»	19.130,424	15.468	3.325	»	18.793	0,97	0,95
Cylindres broyeurs.	»	1.942,776	»	1.942,776	1.775	333	»	2.108		
Lavage des haldes.	»	4.760,383	»	4.760,383	1.011	554	»	1.566	1,50	4,54
Tables à secousse.	»	»	2.651,820	2.651,820	»	»	1.648	1.648	1,49	3,04
Somme pour 1840, 41, 42.	19.130,424	6.703,159	2.651,820	28.494,403	18.254	4.212	1.648	24.115	»	1,31
	En moyenne de 1 m. c. on a retiré.				0.642	0.174	0.058	»	1,32	»
Ancien.										
Lavage au waschgraben et au tamis.	13.349,771	»	»	13.349,771	20.904	»	»	20.904		
Lavage aux tamis et aux caisses à tombeau.	»	963.070	»	963,070	1.480	3.880	»	5.369	1,71	1,11
Lavage des haldes.	»	5.172,786	»	5.172,786	1.615	»	»	1.615		
Bocard.	»	265,182	»	265,182	»	90	»	90	1,02	3,03
Tables à secousse.	»	»	5.324,484	5.324,484	»	»	1.841	1.841	1,37	3,97
Somme pour 1836, 37, 38.	13.349,771	6.401,038	5.324,484	25.075,293	24.008	8.970	1.841	39 819	»	1,30
	En moyenne de 1 m. c. on a retiré.				0.058	0.158	0.073	»	1,30	»

Dans le tableau qui précède (p. 258), nous avons réuni les résultats qui ont été obtenus à la laverie de Tarnowitz, pendant les trois années 1840, 1841 et 1482, en suivant dans son ensemble, pour le minerai proprement dit aussi bien que pour les haldes, le *nouveau procédé* de lavage que nous venons de faire connaître; et pour qu'on puisse facilement établir une comparaison, nous avons placé au-dessous les résultats donnés par l'*ancien procédé* de lavage employé pendant les trois années 1836, 1837 et 1838.

Il est assez difficile de faire la comparaison du nouveau procédé de lavage avec l'ancien, parce qu'il faut avoir égard à une foule de circonstances desquelles on ne peut tenir compte qu'approximativement. Comme les divers perfectionnements ont été introduits peu à peu, et qu'on a d'abord commencé à faire usage de trommels à la main, de tamis à bras, etc., il est évident que les avantages de la nouvelle laverie sur l'ancienne seront très-différents suivant l'année qu'on prendra pour terme de comparaison. Comparaison du nouveau procédé de lavage avec l'ancien.

Si on se reporte par exemple, à 15 ou 20 ans, on conçoit que le procédé de lavage suivi qui est décrit avec détail par M. Manès (*Annales des Mines*, 1826, tome XII), sera trouvé bien inférieur à celui qui est employé maintenant; en effet le perfectionnement apporté est assez grand pour qu'on puisse traiter maintenant avec avantage les résidus de cette époque.

Mais, sans remonter si loin, nous allons essayer de comparer les résultats de 1839 avec ceux de 1840 : comme en 1839 les procédés étaient déjà perfectionnés, quoique ce soit seulement en 1840 qu'on ait commencé à employer tous les appareils

que nous avons décrits, on obtiendra de cette manière une limite inférieure du bénéfice qui résulte de la substitution du nouveau procédé de lavage à l'ancien.

On conçoit d'abord qu'un des principaux avantages de la méthode de 1840, par laquelle on a substitué le travail des machines à celui des ouvriers, doit être d'apporter une *économie sur la main-d'œuvre*. Il est du reste facile de calculer, car il suffit de chercher les dépenses qui ont été faites pour le salaire des ouvriers en 1839, puis en 1840, et de les retrancher l'une de l'autre.

Comme il est nécessaire aussi, pour faire une comparaison, de supposer que la quantité du minerai lavé qu'on a obtenue est la même dans les deux années, nous adopterons les nombres de l'année 1840.

Frais de main-d'œuvre en 1840.

Les frais de main-d'œuvre sont relatifs au lavage des *minerais proprement dits* et à celui des *haldes*.

	fr. c.
En 1840 on a travaillé dans les divers trommels, l'appareil de séparation, les tamis et les caisses à tombeau, ainsi qu'entre les cylindres, 7,082 q. m. de galène, au prix moyen de 0f,382 par quintal métrique de minerai lavé; cela donne donc une dépense de. . . .	6,246,32
En outre, on a lavé sur les tables à secousse 596 q. m. de *schlich*, au prix de 3f,02 le q. m.; soit.	1,799,92
Le lavage des *résidus* au moyen du trommel hexagonal et des trommels de séparation qui étaient manœuvrés par la roue motrice, a produit 386 q. m. de minerai, au prix moyen de 4f,025 le q. m.; soit.	1,553,65
Somme.	9,599,89

Frais de main-d'œuvre en 1839.

En 1839 le lavage *des minerais proprement dits* a eu lieu avec le trommel hexagonal, des trommels à claire-voie, des tamis à secousse qui étaient tous manœuvrés à bras d'homme, et aussi dans les caisses à tombeau et avec le bocard; le prix moyen du quintal métrique de minerai lavé est de 0f,964, donc, pour 7,082 q. m. de minerai on a une dépense de. . . . fr. c. 6,756,23

On a aussi obtenu des *schlichs* sur les tables à secousse; il est vrai que le prix de revient du quintal métrique de schlich lavé, à cause d'une diminution dans le prix de la main-d'œuvre est, pour cette année, inférieur de quelques centimes à celui qu'on aurait eu en 1840; mais si nous prenons la moyenne du prix de 1836 à 1839, qui est de 3f,97 par q. m., nous aurons pour 596 q. m. de schlich, une dépense de. 2,366,12

Enfin, en 1839, le lavage des *haldes* était effectué au moyen du trommel hexagonal et du trommel à claire-voie mus à bras d'homme, et le prix de revient du q. m. de minerai lavé était de 4f,964; pour les années précédentes ce prix était même beaucoup plus élevé, puisqu'il dépassait 6 fr. En adoptant le chiffre de 4f,964 on sera donc encore au-dessous de la vérité: on a alors 386 q. m. de minerai des haldes à 4f,964 le q. m.; soit. 1,916,10

Somme. 11,038,45

Le *bénéfice sur la main-d'œuvre* est donc de. . . . . fr. c. 1,438,56

Jusqu'à présent nous n'avons eu égard qu'à la variation de la main-d'œuvre, mais il est une foule de circonstances qui ont changé, et desquelles il faudrait autant que possible tenir compte; quoiqu'il soit très-difficile ou même impossible de le faire d'une manière absolue, nous allons essayer cependant de calculer les modifications qui doivent résulter : 1° *de la diminution de richesse de la mine;* 2° *de l'augmentation de richesse du minerai lavé;* 3° *de la substitution des cylindres aux bocards.*

Afin d'arriver à une limite inférieure certaine, autant que possible nous n'adopterons pour les bénéfices que les chiffres qui représentent des *minima.*

1° Ayons d'abord égard à la *diminution de richesse de la mine*; elle résulte de la comparaison du nombre de quintaux de minerai retirés chaque année d'un même volume exploité; si on prend en particulier les années 1838 et 1839, on trouve que d'un lachter cube ou d'un cube ayant 2m,092 de côté on a retiré :

	q. m.
Minerai. . . .	4,673

Tandis qu'en 1840 on a obtenu seulement :

	q.m.	q.m.
Erz.	2,455	3,254
Schlich des caisses à tombeau. . . .	0,526	
Schlich des tables à secousse. . . .	0,273	

Il résulte de là, que si on représente par 1 la richesse de la mine en 1840, elle sera de 1,435 en 1839.

Or, la richesse du *grubenklein* et du minerai

envoyé aux cylindres, doit varier à peu près proportionnellement à celle de la mine; tandis que pour le *scheidemehl*, qui est un minerai trié à la main, il n'en sera pas tout à fait de même.

Cela posé, le prix du lavage pour les erz sera proportionnel à la richesse du minerai; pour le schlich des caisses à tombeau et des tables à secousse, le prix sera aussi augmenté, mais on conçoit qu'il le sera moins que proportionnellement à la richesse du minerai; nous négligerons toutefois cette augmentation, ainsi que celle qui aura lieu sur le prix de lavage du *scheidemehl*.

Nous observerons alors que le prix de revient

pour le q. m. de *erz*, qui était dans l'ancienne laverie et en 1839 de. . . .	0,954
Serait dans la même laverie, et en admettant que la mine ait la richesse de 1840, de.	1,369
Différence.	0,415
Par conséquent, pour les 5,587 q. m. de erz provenant du grubenklein et du minerai envoyé aux cylindres, il y aura en plus une dépense de.. . . .	2,318,61

2° Quoique la richesse de la mine ait diminué, celle du minerai a au contraire augmenté; il faut tenir compte de cette *augmentation de richesse du minerai*, qui suffirait seule pour démontrer toute la supériorité de la nouvelle méthode sur l'ancienne.

La richesse des erz est de 65 à 68 p. o/o; elle était un peu moindre autrefois; moyennement on peut admettre qu'elle était inférieure de 1 p. o/o.

Pour les schlichs des caisses à tombeau et des

tables à secousse la richesse s'est aussi accrue, comme le font voir les nombres donnés ci-dessous :

Richesse.	en 1839.	en 1840.
Schlich des caisses à tombeau.	50 à 55	48 à 56.
Schlich des tables à secousse. .	30 à 39	30 à 40.

Pour le schlich des caisses à tombeau la limite inférieure est moindre que précédemment, ce qui tient à ce qu'à cause de la manière dont les schlamms sont préparés par les nouveaux appareils de la laverie, on peut travailler dans les caisses à tombeau des schlamms plus pauvres qu'avant : mais la richesse moyenne a augmenté au moins de $\frac{1}{2}$ p. o/o. Pour le schlich des tables la richesse est incomparablement plus grande, et elle a augmenté environ de $3\frac{1}{2}$ p. o/o.

Nous observerons maintenant que, connaissant le prix de vente du quintal métrique des diverses espèces de minerai, savoir : des *erz* et des *schlichs* des caisses à tombeau ou des tables à secousse, ainsi que leur richesse moyenne, en divisant le premier nombre par le second, on aura la valeur du kilogramme de plomb pour chaque sorte de minerai; cette valeur en francs se trouve dans la quatrième colonne du tableau qui suit. Elle doit évidemment être répétée autant de fois qu'il y a eu d'unités d'accroissement dans le chiffre de la richesse, et enfin multipliée par le nombre de quintaux de *erz* et de *schlichs* obtenus en 1840; la septième colonne du tableau qui donne ces produits s'obtient par conséquent en multipliant entre eux les nombres des colonnes quatre, cinq et six qui se trouvent sur une même ligne horizontale; elle donne les chiffres qui représentent l'avantage résultant de l'accroissement de richesse du minerai lavé en 1840.

1. NATURE du minerai.	2. Prix du quintal métrique.	3. Richesse moyenne.	4. Valeur d'un kilogr. pur.	5. Accroissement de richesse de minerai.	6. Quantité obtenue en 1840.	7. Bénéfice.
	fr.		fr.		q. m.	fr.
Erz.	29,29	66	0,444	1 %	5,765	2.555,22
Schlich des caisses à tombeau	16,23	52	0,312	½ %	1,327	207,01
Schlich des tables à secousse.	11,02	35	0,315	3½ %	596	657,09
Somme.						3.419,32

La somme de 3,419f,32 représente un bénéfice réel qu'on aurait obtenu, si toutes choses étant égales d'ailleurs, dans le lavage de 1839, on avait employé les appareils de la nouvelle laverie qui ont fonctionné en 1840 : on doit donc l'ajouter au nombre 2,318f,61 déjà obtenu précédemment.

3° Enfin il nous reste à évaluer les bénéfices qui résultent de la *substitution des cylindres broyeurs au bocard*; ces bénéfices tiennent à ce qu'on obtient plus de schlich, et en outre du erz ou minerai en morceau qui a une plus grande valeur ; nous allons essayer d'en tenir compte.

Or, en 1840 les cylindres ont donné 643 q. m. de *erz*, qui, s'ils avaient été pilés sous le bocard avec la gangue dans laquelle ils étaient engagés, auraient au plus donné la *moitié* du même poids en schlich; si on observe que le prix du quintal métrique de *erz* est de 29f,29, et que le prix moyen du quintal métrique de *schlich* du bocard est de 14 fr., l'avantage résultant de l'emploi des

cylindres sera pour 1 q. m. d'erz de $(29^f,99 - \frac{1}{2}\ 14^f)$, et par conséquent pour les 643 q. m. de erz obtenus en 1840 :

643 $(29^f,99 - \frac{1}{2}\ 14) =$ 14.782,57

Observons de plus que par le travail des cylindres on obtient plus de schlich que par le bocard ; et il résulte de traitements comparatifs qui ont été faits sur un même minerai qui a été broyé entre les cylindres et pilé au bocard, que pour 1 m. c. de minerai, les cylindres rendant $0^{q.m.},51$ de schlich, le bocard en donne $0^{q.m.},43$; l'avantage pécuniaire qui résulte de l'emploi des cylindres, est donc pour 1 m. c. de $(0^{q.m.},51 - 0,43)\ 14 = 0,08 \times 14$; par conséquent pour les 755 m. c. traités en 1840, il est de $0,08 \times 14 \times 755 =$ 845,60

Somme. . . . 1,628,17

Le bénéfice donné par l'*emploi des cylindres* est donc de $15,628^f,17$.

Il est encore d'autres circonstances qui rendent le nouveau procédé de lavage plus parfait que l'ancien, et qui tiennent surtout à ce que le travail plus régulier des machines a été substitué à celui des ouvriers, en sorte que les résidus du lavage mécanique ne contiennent presque plus de parcelles métalliques ; mais il n'est pas possible d'en tenir compte, même d'une manière approximative.

Quoi qu'il en soit, en réunissant les sommes qui résultent de la *diminution de richesse de la mine*, de l'*augmentation de richesse du minerai*,

	ANNÉES.	DANS LES NOUVE[...] et dans le[...] — On a travaillé : Grubenklein.	Scheidemel[...]	Prix [...]e revient moyen pour [...]e lavage [...]n mètre cube.	Prix de revient moyen pour le lavage d'un quintal métrique.
NOUVEAU PROCÉDÉ.		mèt. cub.	mèt. cub[...]	fr. c.	fr. c.
	1840	5.516,017	88,355	»	0,88
	1841	6.477,543	77,470	»	0,91
	1842	6.797,320	92,717	»	1,08
	Somme pour ces 3 années. .	18.790,880	258,542	[...]0,982	0.96
	En moyenne de 1^m.c.^, on a retiré. . . .			[...]),82	

	ANNÉES.	DANS LES ANCIENS APP[...] caisses à tombeau[...] — On a travaillé : Grubenklein.	Anciens résidus.		
ANCIEN PROCÉDÉ.	1836	4.242,371	443,321		0,91
	1837	4.830,365	336,339		1,20
	1838	4.277,034	183,350		1,33
	Somme pour ces 3 années. .	13.349,770	963,070	[...],604	1,14
		En moyenne d[...]			

Par conséquent les années 1840, 1841, 18[...]	» [...]0,622	» 0,18

et de la *substitution des cylindres broyeurs*, on trouvera un bénéfice de.	fr. 21.366,10
En l'ajoutant à celui qui est donné par l'économie sur la main-d'œuvre, qui est de.	1,438,56
On a un bénéfice total de.	22,804,66
Cependant, comme les frais d'établissement de la laverie forment un capital qui, pris à 5 p. o/o, représente une somme de.	1,800,00
Cette somme doit être retranchée de la précédente, et on a seulement pour le chiffre du bénéfice net. . . .	21,004,66

Soit à peu près 20,000 fr.

En tout cas, on voit que les dépenses qui résultent de la construction de la laverie de Tarnowitz, ont été complétement couvertes par les bénéfices qu'a produit le travail de deux années.

Dans le tableau suivant on trouvera résumés les résultats qui ont été obtenus pendant les années 1840-41-42, depuis lesquelles on emploie les nouveaux procédés de lavage, et aussi pendant les trois années 1836-37-38, dans lesquelles on se servait encore de l'ancien procédé; enfin, ce tableau donne encore la différence entre les prix du quintal métrique ou du mètre cube de minerai lavé, et la plupart des éléments qui peuvent servir à la comparaison du nouveau procédé avec l'ancien.

(Voir le tableau en regard de cette page.)

Si l'on passe en revue les divers perfectionnements qui ont été apportés à la préparation mécanique dans la Haute-Silésie, et qui sont dus principalement à M. de Carnall, on verra que le lavage de la galène est encore supérieur à celui de la calamine. Dans l'atelier de Tarnowitz, outre les trommels et les roues de séparation qui sont en plus grand nombre et mieux construites qu'à Scharley, nous trouvons réunis les tamis à secousse et les cylindres broyeurs, ainsi que les appareils les plus parfaits qui soient employés dans le Hartz ou en Angleterre.

En France, nous n'avons qu'un petit nombre de mines dans lesquelles on exploite des minerais métalliques autres que le fer; aussi, comme le minerai de fer a trop peu de valeur pour qu'on lui fasse subir de longues manipulations, la préparation mécanique est chez nous assez peu avancée. Cependant, de l'avis de plusieurs ingénieurs distingués, on pourrait tenter avec avantage certaines exploitations, en employant les procédés perfectionnés desquels on se sert en Allemagne : Aussi croyons-nous devoir appeler l'attention des directeurs de mines sur les appareils qui sont en usage dans la Haute-Silésie; quoiqu'ils soient principalement destinés à séparer des minerais assez pesants, tels que la galène et la calamine, des substances argileuses dans lesquelles elles sont empâtées, en modifiant convenablement leurs vitesses et leurs dimensions, ils se prêteraient facilement à la séparation de toute espèce de minerai d'avec sa gangue, lors même que la densité en serait peu différente.

Dans un mémoire sur la préparation mécanique

du hartz, qui a été publié dans les *Annales des Mines* de 1843 (1), M. de Hennezel propose même d'appliquer en France le trommel et le crible au lavage du minerai de fer : on sait du reste qu'on se sert quelquefois dans la Haute-Saône d'un petit trommel mu à bras, pour classer et débourber le minerai de fer en grains, et M. Daubrée a signalé l'usage d'un appareil analogue pour des mines de fer des bords du Rhin.

Mais c'est surtout en Belgique, aux mines de calamine de la Vieille-Montagne et d'Engis, qu'on pourrait *employer avec succès les appareils de la Haute-Silésie, pour traiter des minerais de zinc* qui sont rejetés maintenant, et pour en séparer la galène, car la gangue et le gisement des deux minerais sont à peu près les mêmes qu'à Tarnowitz (2). Dans la Haute-Silésie, c'est l'épuisement du minerai riche qui a forcé d'avoir recours à la préparation mécanique perfectionnée, et il est indubitable qu'en Belgique, d'ici à peu de temps, les mêmes causes auront amené le même résultat.

---

(1) Voir tome IV, page 374 des *Annales des Mines*.

(2) Voir la première partie du mémoire de MM. Piot et Murailhe sur la fabrication du zinc en Belgique, *Annales des mines*, 1844, tome V.

Nota. Pour la conversion des mesures de Prusse en mesures françaises on a admis les résultats suivants :

1 pied. . . . . $= 0^{m},314$ — 1 lachter $= 6\frac{2}{3}$ pieds $= 2_{m},0924$.

1 pied cube. . . . . . $= 0^{m.c.}.0309$ — 1 lachter carré. . . . $= 4^{m.c.},378$.

1 cubel = 2.130 pouces cubes ou à peu près $1\frac{1}{4}$ p. c. . $= 0^{m.c.},0386$ — 1 quintal de 110 liv. $= 51_{k},58$.

1 thaler $= 3^{f},75$.

NOTICE

Sur la méthode d'exploitation dite par éboulement et de haut en bas, appliquée aux grandes couches de houille et notamment aux couches puissantes des mines de Blanzy (Saône-et-Loire).

Par M. HARMET, ingénieur civil.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'exploitation des couches puissantes de houille a toujours présenté de plus grandes difficultés que celle des couches minces ou de moyenne épaisseur, et l'on peut dire que, si ce n'est le cas bien rare où il est possible d'employer régulièrement les remblais, la question n'a été résolue nulle part d'une manière satisfaisante. Exploitation des grandes couches.

A Rive-de-Gier, on exploitait autrefois par grandes chambres, en prenant toute la hauteur de la couche sur un espace carré de 25 à 30 mètres, et en laissant ébouler le toit sur la partie dépilée, pendant qu'on préparait sur un autre point une autre chambre, qu'on agrandissait de même et qu'on laissait de même ébouler; il résultait de ce système, 1° d'assez grandes pertes de charbon, parce qu'on était obligé de laisser, entre une chambre et une autre, un massif inexploité qu'il était difficile d'enlever; et 2° beaucoup de danger pour les ouvriers, parce que la couche ayant quelquefois 10 à 12 mètres d'épaisseur, et la chambre comprenant toute cette hauteur, il n'était plus possible aux ouvriers, quand l'excavation prenait A Rive-de-Gier.

du développement, de consolider le toit, ou même de vérifier le danger auquel ils s'exposaient.

Depuis quelque temps, il est vrai, l'exploitation par chambrées est un peu abandonnée à Rive-de-Gier, grâce aux instructions et aux soins persévérants de MM. les ingénieurs des mines, et elle est remplacée par un mode d'exploitation par remblais partiels, qui offre moins de danger pour les ouvriers, et utilise mieux la richesse de la mine; mais, outre que ce mode de remblais n'exclut nulle part l'ancien système, qui est toujours employé selon les circonstances et les localités, il n'est pas partout possible comme il l'est à Rive-de-Gier, où la valeur du charbon, surtout du charbon en gros blocs, est très-élevée, et il est généralement abandonné comme trop dispendieux. Les remblais sont pris dans la mine aux environs des fouilles où le terrain est tendre, ébouleux et peut être, sans beaucoup de frais, attaqué en massif quand il a subi pendant quelque temps l'action de l'air. Il s'éboule même dans ce cas, très-souvent seul jusqu'à de grandes distances, et fournit des remblais abondants et faciles.

A St-Étienne. A Saint-Étienne, la plupart des mines ouvertes dans des couches puissantes ne donnaient, il y a peu de temps encore, que de menus charbons, et ne pouvaient supporter les frais d'un bon système de remblais, qui n'était nulle part employé.

Dans la mine du Breuil, à Firminy, tant que la couche s'est maintenue près du sol, et qu'on a pu l'exploiter à ciel ouvert, l'exploitation faite de cette manière a été assez complète; mais du moment que la couche s'est enfoncée sous terre suivant la pente de son inclinaison, l'exploitation à ciel ouvert n'étant plus possible, on n'a pas pu

penser à y continuer le système beaucoup trop dispendieux des remblais.

Cependant, depuis deux ou trois ans, des mines privilégiées par la qualité supérieure de leurs produits, ont été exploitées comme essai avec des remblais, et ont donné des résultats satisfaisants, sinon comme question économique, du moins comme question d'art ou d'aménagement. Ces mines sont à Saint-Étienne, celles de *Montrambert* et de la *Ricamarie*; mais il est douteux que ce système puisse être continué avantageusement vis-à-vis des mines rivales, exploitées plus économiquement; d'ailleurs le mode de remblayement employé dans ces mines est incomplet et ne satisfait pas, à beaucoup près, à toutes les conditions d'aménagement et de sûreté désirables pour les ouvriers.

C'est cette question d'économie qui a fait renoncer presque partout aux remblais dans l'exploitation des mines de houille, soit dans les départements de l'Aveyron et du Gard, soit dans ceux de l'Allier et de Saône-et-Loire; il n'y a pas jusqu'au Creusot, dont la position est tout exceptionnelle, qui n'ait été conduit par ce motif à supprimer souvent les remblais dans l'exploitation de ses mines où ils étaient ordonnés par l'autorité, d'un emploi facile, je dirai même indispensable. En effet, les mines du Creusot ne livrent pas au commerce la moindre partie de leurs produits, qui sont entièrement consommés sur les lieux par l'usine; elles n'ont donc point de concurrence à soutenir; elles sont ouvertes dans des couches d'une puissance très-grande quoique très-variable, et d'une inclinaison approchant de la verticalité; en outre elles produisent de la houille friable et

Au Creusot.

très-inflammable, où les éboulements sont fortement à craindre; elles sont en grande partie recouvertes de travaux anciens éboulés et en feu, avec lesquels le moindre mouvement les mettrait en communication; enfin, elles s'étendent sous une masse de constructions, qu'il est du plus grand intérêt de l'exploitant de conserver intactes, en évitant tout écrasement à la surface, qui pourrait compromettre les mines et occasionner des dépenses considérables d'indemnités; si donc le Creusot, malgré ces raisons majeures qui l'obligent à ne pas s'écarter d'un bon système de remblais auquel se prête si facilement la disposition et la nature de ses couches, et qui lui est impérieusement ordonné, a dû souvent, par simple motif d'économie, se soustraire à leur emploi, on doit penser combien il doit être difficile de contraindre à y recourir des exploitations qui, n'ayant aucun des avantages du Creusot, ont contre elles les charges d'une active concurrence.

A Montchanin. Je ne connais que les mines de Monchanin, autrefois dépendant et maintenant détachées de la concession du Creusot, qui, dans presque tous les cas, aient pu adopter le système des remblais, malgré l'augmentation que ce système occasionne dans le prix de revient; les mines de Monchanin sont ouvertes dans un amas homogène de vingt mètres environ d'épaisseur de houille friable recouverte d'une masse considérable de terre sableuse presque sans valeur, et parfaitement circonscrit même dans la profondeur, où il a pu être facilement étudié; cet amas a été attaqué par la partie inférieure et exploité de bas en haut en remplissant les vides de l'extraction avec des terres trouvées près du puits et jetées de la surface dans la mine. Ce

travail n'a présenté aucune difficulté par la propriété qu'a le charbon d'être homogène et friable ou d'une entaille facile, mais il y a peu de localités où, sous le point de vue économique, et en vue d'une concurrence active, ce système d'exploitation par remblais puisse recevoir ainsi une application régulière.

En Angleterre, où la longue pratique de l'exploitation des mines doit avoir fait adopter les meilleurs modes, ceux surtout qui, se prêtant le mieux au bon aménagement de la richesse houillère, sont les mieux appropriés à la nature du gîte exploité, et sont les plus économiques; en Angleterre, le système de dépouillement par remblais n'est nulle part régulièrement employé.

Dans le Staffordshire, où les couches sont puissantes et régulières, où la richesse de la houille est cependant si précieuse, quoique considérable, l'emploi des remblais a été jusqu'ici regardé comme trop dispendieux, et partout le mode de dépilage par éboulement est suivi comme beaucoup plus économique et pouvant seul être appliqué à cause du bas prix de la houille.

Dans le Lancashire, où les couches sont moins puissantes, mais où la plupart des mines, surtout celles qui sont exploitées aux environs du canal souterrain de Bridgewater, sont défavorablement placées pour y faire des éboulements, on a également reculé devant la difficulté des remblais bien qu'ils parussent indispensables pour prévenir les dangers d'une exploitation dont le moindre mouvement dans les terrains supérieurs pouvait compromettre l'existence; on a préféré perdre une partie de la richesse exploitable, abandonner quelques piliers pour soutenir les excavations de la mine, que d'y in-

troduire des remblais qui auraient produit le même résultat, mais qui auraient chargé le prix de revient.

Enfin, à Newcastle, qui est le point de toute l'Angleterre où l'exploitation de la houille est le plus perfectionnée, et où ce combustible, d'un facile écoulement, a le plus de valeur, je ne connais pas de mines où l'emploi des remblais soit constant, régulier et constitue un mode d'exploitation organisé et suivi; partout le dépouillement des massifs exploitables se fait en laissant ébouler le toit après l'enlèvement de la houille, et partout, souvent malgré de grandes difficultés à surmonter, on est conduit à employer ce mode par motif d'économie.

Je ne parle pas des mines du nord de la France, de la Belgique et de la Prusse rhénane que j'ai également visitées, parce que la faible puissance de leurs couches n'exige pas l'emploi des remblais pour l'exploitation qui se fait partout sans difficulté et sans crainte d'éboulements à la surface, en laissant remplir les vides de l'extraction par le foisonnement des rochers du toit ou du mur qu'on est obligé d'entailler souvent pour faire les galeries de roulage; d'ailleurs ces mines ne peuvent se comparer à celles qui nous occupent et qui, par leur grande puissance, présentent des difficultés exceptionnelles.

Causes qui ont fait rejeter dans les mines de Blanzy l'emploi des remblais.

Les mines de Blanzy placées aussi avantageusement que celles de Monchanin sur le canal du Centre et sous un sol de peu de valeur, ayant comme ces dernières de grandes masses à exploiter, et à peu de chose près à d'aussi faibles profondeurs, se prêteraient difficilement en général au mode de travail par remblais, par plusieurs raisons dont les principales sont :

1° La disposition particulière des lieux et l'état actuel des travaux qui seraient pour la plupart inaccessibles aux remblais;

2° La dureté excessive du charbon, l'impureté et le peu d'homogénité de la couche, qui en rend l'abattage dispendieux et le triage difficile;

3° L'allure inclinée et régulière, quoique souvent ondulée, du gîte, qui ne permet pas de l'attaquer par le point le plus bas de la partie inférieure des travaux.

Dans tous ces cas, et dans celui même, qui ne se rencontre presque nulle part, d'une masse compacte de houille pure et homogène autant qu'elle peut l'être à Blanzy, l'entaille et l'abattage sont si dispendieux, et la séparation des parties schisteuses si difficile, que l'exploitation par tranches horizontales de bas en haut et par remblais ne peut y être avantageuse.

D'ailleurs, si l'on veut commencer une exploitation par le bas, il faut pouvoir s'assigner une limite en profondeur; cette limite est naturellement trouvée au fond d'un amas comme celui qui existe à Monchanin, et qui n'a pas de prolongement apparent au dessous du niveau des travaux inférieurs; mais dans une couche bien caractérisée, quoique très-accidentée, et souvent rejetée par des failles, il est bien plus difficile d'établir un point de départ en profondeur.

Ces motifs qui sont déterminants pour les mines de Blanzy, surtout au *Montceau* et à *Lucie*, où les couches sont puissantes, et qui y ont sans doute empêché dès le principe l'exploitation par remblais et par tranches horizontales de bas en haut, alors que les massifs étaient intacts, qu'il n'existait pas encore de grands vides à remplir dans l'in-

térieur, qu'on était libre enfin de faire les travaux comme on l'entendait et sans crainte du feu ou du mauvais air; ces motifs, dis-je, sont bien plus impérieux pour la compagnie, depuis que les mines du Montceau, remplies de travaux en tous sens et à différents niveaux, ne présentent plus dans les parties anciennement exploitées, qu'un amas de galeries sans appui, sans solidité, superposées les unes aux autres, souvent ébranlées déjà, et sur quelques points, des masses de feu et du mauvais air répandus dans des abîmes maintenant impénétrables, quoique possédant encore une richesse perdue incontestable. Je n'ai donc pu penser, en prenant la direction de ces travaux, à y appliquer l'exploitation par remblais, qui aurait nécessité tout d'abord l'introduction d'une quantité considérable de remblais en pure perte, et aurait obligé à changer la disposition de toutes les voies de roulage; j'en ai fait le dépouillement d'une manière assez complète par voie de dépilage et d'éboulement du haut en bas et par tranches successives, comme pour les travaux neufs, mais par petites parties superposées, et je crois en avoir tiré le meilleur parti possible.

Quant aux travaux nouveaux placés ou non dans les parties anciennement exploitées, j'ai été libre de les disposer de la manière la plus convenable pour le mode d'exploitation à leur appliquer, et ce mode est celui d'un dépilage de haut en bas par éboulement et par tranches successives superposées.

Pour ne pas trop généraliser une méthode dont l'emploi, quoique avantageux, n'est pas toujours possible, je dois observer qu'on lui a substitué, même au Montceau (concession de Blanzy), la

méthode par remblais et de bas en haut, toutes les fois que par la disposition des lieux, les travaux se sont trouvés s'étendre sous d'anciennes mines incendiées ou infectées de mauvais air, ou sous une surface recouverte d'eau ou de constructions dont on redoutait l'ébranlement; dans ces cas, qui ne sont qu'accidentels, on doit être dirigé moins par un motif d'abaissement momentané du prix de revient que par l'esprit de prévoyance et de conservation qui en résumé est souvent la première des économies.

Toutefois, dans les cas ci-dessus, en employant les remblais, l'on a procédé non par tranches horizontales superposées faites de bas en haut dans une couche inclinée et divisée dans le sens de son gisement par des veinules de schistes, mais par tranches inclinées comme la couche et dont les veinules de schistes formaient les divisions mutuelles.

Je donnerai à la fin de la présente note une idée de ce travail d'exploitation par remblais tel qu'il a été exécuté au Montceau, et j'en ferai connaître les résultats économiques comparés avec ceux du travail par éboulement qui doit nous occuper d'abord.

Exploitation des grandes couches par éboulement.

L'exploitation des couches de grande épaisseur s'est faite presque partout avant l'introduction des méthodes par remblais, de manière que les trois quarts au moins de la houille étaient perdus.

Disposition ancienne des travaux dans les grandes couches.

Au Montceau comme à Decazeville et dans toutes les localités où l'on exploitait de grandes couches, on ouvrait généralement, à la profondeur du puits, entre le mur et le toit, plusieurs galeries horizontales dans chaque direction, recoupées par des galeries transversales qu'on multipliait suivant les besoins, au point d'amener souvent la di-

vision du massif exploré en piliers quarrés de très-faible dimension, disposés en quinconces au milieu des travaux qu'ils soutenaient; ces galeries en tous sens étaient continuées jusqu'à ce qu'un accident de terrain ou une limite naturelle les arrêtât; alors sans savoir ce que l'on ferait des travaux ainsi préparés et comptant sur la richesse inépuisable d'un gîte puissant, on ouvrait à 6 ou 8 mètres plus haut ou plus bas des travaux semblables aux premiers, disposés de même, limités souvent de même et de même abandonnés quand le massif était recoupé en piliers qu'il n'était plus possible de diviser; après ce second travail on en faisait un troisième semblable aux deux premiers, puis un quatrième, jusqu'à ce qu'enfin, malgré l'intervalle souvent considérable, laissé entre chaque étage de travaux, une commotion sur un point, se communiquant dans l'ensemble, tout cet échaffaudage tombât, engloutissant dans sa chute des richesses considérables qui servaient d'aliment aux immenses incendies qui en étaient toujours les conséquences.

Perte qui en résultait.

Par ce mode d'exploitation l'on ne tirait pas parti du cinquième ou quart de la richesse minérale contenue dans une couche; en effet, quelque faibles qu'on fasse les piliers, même dans une couche très-solide, on ne peut de cette manière, lors de l'ouverture des galeries, enlever plus des trois quarts de la tranche exploitée, et comme entre une tranche et celle qui la suit, on ne peut laisser moins de trois fois l'épaisseur d'une tranche, il en résulte une perte des $\frac{13}{16}$ du tout.

Soit, par exemple, une tranche de deux mètres dans laquelle on ferait les travaux en quinconce, dont on ne prend que les $\frac{3}{4}$ du charbon, si entre cette tranche et la suivante, il est laissé un inter-

valle de 6 mètres inexploité, et si cet intervalle est perdu par suite de l'éboulement, ainsi que les piliers de la tranche, comme cela arrive toujours, il en résultera que n'ayant extrait que les $\frac{3}{4}$ du $\frac{1}{4}$ de la hauteur du massif, on aura extrait au plus les $\frac{3}{16}$ du tout.

Malgré les nombreux accidents de ce genre survenus dans l'exploitation des couches de houille à Blanzy, on n'avait jamais pensé à lui substituer une autre méthode, et depuis bien des années, on continuait à s'exposer aux mêmes pertes et aux mêmes désagréments, sans oser s'y soustraire par un mode plus économique et plus conforme aux règles de l'art des mines.

La méthode des remblais était impraticable, comme je l'ai dit, et trop dispendieuse pour la circonstance, il fallait un mode économique; de cette condition dépendait la réussite du système.

Le problème me fut proposé au commencement de 1836, et avant la fin de la même année, je crus l'avoir résolu de la manière la plus satisfaisante; je communiquai mon projet à M. l'ingénieur en chef des mines Manès, dont les observations judicieuses, basées sur une longue pratique de l'art des mines, me furent très-utiles, et qui trouvant le mode conforme aux règles d'une bonne exploitation, y donna un entier assentiment. J'en fis l'application dès le commencement de l'année 1837. Continuée sans interruption depuis lors, cette méthode s'est perfectionnée par la pratique, et maintenant elle est devenue d'un usage général et tellement avantageux, même pour les ouvriers de la compagnie, que ceux qui ont été employés au dépilage, ne peuvent presque plus être occupés ailleurs, et préfèrent souvent rester sans travail

que de travailler au massif quand les dépilages leur manquent. Voici en quoi consiste cette méthode.

Disposition nouvelle des travaux dans les grandes couches.

Elle consiste à ramener l'exploitation d'une grande couche dépassant 5 ou 6 mètres de puissance à l'exploitation d'une couche de moindre épaisseur, et à en faire le dépouillement d'une manière complète, en remblayant les vides par l éboulement du toit.

Cette définition donnerait une idée incomplète du travail, si l'on n'expliquait que les différentes tranches dans lesquelles on aura préalablement divisé par la pensée la grande couche pour en faire l'exploitation successive, doivent être faites en allant du haut en bas, c'est-à-dire à partir du toit et en se rapprochant du mur, de telle sorte que la première comprenne la zone de 4 ou 5 mètres d'épaisseur de couche, la plus rapprochée du toit: la deuxième, une 2me zone d'une épaisseur égale ou à peu près à la 1re, et immédiatement placée au-dessous d'elle; la 3e une 3e zone, parallèle et inférieure aux deux autres, et se rapprochant de plus en plus du mur (à peu près comme l'indique la *figure* 1, *Pl. VIII.*)

Division du massif exploitable en plusieurs tranches parallèles et inclinées comme la couche, exploitées séparément et sucessivement, comme des couches distinctes.

Chacune de ces tranches est exploitée séparément comme une couche isolée d'une puissance égale pourrait l'être, sans s'occuper des tranches inférieures qui sont censées ne pas exister, jusqu'à ce que la 1re soit complétement dépouillée; alors seulement on s'occupe d'exploiter la 2e, puis la 3e, ainsi de suite, en ayant soin de faire remplir les vides de l'extraction de la 1re tranche, par les remblais provenant de l'éboulement du toit et ceux des tranches inférieures successivement par ces

mêmes remblais qu'on fait descendre des travaux supérieurs au fur et à mesure des besoins.

Ces bases une fois établies, toute la difficulté du travail consiste à faire parfaitement le dépouillement d'une tranche qu'on peut assimiler à une couche de 4 à 5 mètres de puissance, et à en faire remblayer exactement tous les vides par l'écrasement du toit; cette difficulté est grande dans certains cas, mais n'est pas insurmontable même dans les terrains les moins ébouleux, et une fois qu'elle est vaincue, c'est-à-dire quand on est parvenu à faire le dépouillement complet d'une tranche et quand les vides de l'extraction en ont été exactement remplis par les remblais du toit, qui tombent seuls plus ou moins facilement, le dépouillement des autres tranches et celui de la masse entière est assuré sans difficulté sérieuse; car l'exploitation de la première tranche devant comprendre une grande surface, qui est celle du champ d'exploitation, aura, suivant l'importance de l'extraction, une durée proportionnelle à son épaisseur, mais toujours très-grande, cinq à six ans au moins, par exemple, et il doit arriver, ce qui a lieu en effet, qu'au bout de ce long temps expiré, les remblais qui auront suivi l'extraction et en auront rempli tous les vides, seront tassés et se seront solidifiés, de telle sorte que lors de l'exploitation de la tranche inférieure, ils formeront comme un nouveau toit massif et résistant à cette nouvelle couche, dont ils serviront aussi à remblayer les travaux lors de son dépouillement.

Exploitation de la première couche.

Cette seconde tranche ressemble tout à fait, quand elle est en exploitation, à la première, si ce n'est que le toit s'y brise plus vite et en temps plus opportun et plus convenable pour la facilité du

Exploitation de la deuxième tranche.

remblayement, et qu'en définitive le travail y est plus facilement conduit et exécuté.

Il est à remarquer qu'une couche dont le charbon est ferme et solide, mais dont le toit est ébouleux, est en pratique bien plus facile à exploiter, d'une manière définitive et complète, qu'une autre couche de même nature dont le toit est très-solide et forme de gros bancs durs, parce que l'éboulement de ce toit, dans le cas où il est schisteux, se faisant au fur et à mesure de l'avancement du travail et sur une petite étendue, est bien plus facile à diriger et moins dangereux que lorsqu'il comprend une surface considérable; dans ce dernier cas, la pression qu'exerce la masse des rochers du toit sur les massifs qui entourent la partie en train de dépouillement, est si grande quelquefois que ces massifs, s'ils sont découpés, en sont brisés et même écrasés, et qu'il en résulte des pertes notables de charbon. On a vu, sous l'effet d'une pression de ce genre, une galerie de 2 mètres de section, ouverte dans des massifs de rocher, et placée à 5 mètres au-dessous des éboulements, s'affaisser et se combler entièrement, quels que fussent le nombre et la résistance des étais qu'on eût mis pour la soutenir (*fig.* 2), tandis que sous des toits peu résistants, un dépilage peut se faire sans craindre de nuire aux travaux inférieurs, bien que souvent l'espace qui sépare ces travaux ne dépasse pas un ou deux mètres.

Pression sur le toit au moment de son brisement.

Devant ces faits, vérifiés et confirmés par une longue expérience, tombent les objections les plus spécieuses faites à cette espèce de travail, à savoir, qu'une fois la première tranche dépouillée, ce qu'on admet comme facile, le dépouillement de la deuxième tranche devient, sinon impossible, du

moins si difficile, qu'il ne peut être effectué qu'imparfaitement et dans des cas tout particuliers ; il est reconnu, au contraire, maintenant, que le dépilage de la deuxième tranche est beaucoup plus facile et peut, dans bien des cas, se faire aussi complétement que celui de la première, et cela arrive surtout quand le toit de la couche est très-résistant, et ne se rompt que sous une énorme pression et lorsqu'il est découvert sur une large surface ; alors l'écrasement de ce toit, nécessaire pour le remblayement des vides de l'extraction de la première tranche, se fait longtemps attendre et n'a lieu qu'à la dernière extrémité, en occasionnant des ébranlements considérables dans les masses environnantes et dans la mine entière, qui en est quelquefois compromise, tandis que pour la 2e tranche et pour celles qui la suivent, le brisement de ce toit étant déjà fait, l'éboulement suit presque l'enlèvement de la houille et ne cause aucun mouvement nuisible aux travaux ; dans ce dernier cas, il arrive souvent que l'épaisseur de couche laissée au toit des galeries préparatoires pour supporter les remblais de la 1re tranche n'est pas de plus de 0mèt.,15 à 0mèt.,20, sans que ce faible intervalle, paraissant d'abord insuffisant, faiblisse sous la pression de ces remblais qui est nulle ; quelquefois même, en préparant les travaux de la 2e tranche, on touche aux remblais et on les découvre sur plusieurs mètres de surface, sans que ceux-ci s'épanchent dans ces travaux et qu'il s'ensuive un éboulement ; ce fait a été remarqué dans le puits de la Carrière et de Lucie n° 2, lors du dépouillement de la 2e tranche, et il a fallu, pour obtenir le déversement des remblais d'un étage dans l'autre, le découvrir sur une surface assez considérable.

Faible pression des remblais en repos.

Lorsque j'entrepris, en 1837, le dépilement des travaux supérieurs de la mine de la Carrière (au Montceau), et que je me proposai, pour l'effectuer, d'employer la méthode d'éboulement du haut en bas, et par tranches successives, tous les ingénieurs auxquels je communiquai mon projet, furent d'avis qu'il n'y avait qu'une difficulté, celle d'exploiter les tranches inférieures à la première, mais que cette difficulté leur paraissait si grande, qu'il était imprudent de tenter de la surmonter; il paraissait à tous que le dépilage supérieur une fois achevé, ce qu'on admettait comme facile en y appliquant une bonne méthode, et une fois les rochers du toit brisés et éboulés, il ne serait pas possible d'ouvrir au-dessous de lui de nouveaux travaux sans laisser entre eux et ce dépilage une grande épaisseur de charbon massif, et que, quelle que fût l'épaisseur de ce massif laissé intact, jamais on ne pourrait parvenir à l'enlever tout entier lors du dépouillement; une épaisseur de 4 à 5 mètres, interposée entre les deux travaux, paraissait tout à fait insuffisante, et une épaisseur plus considérable devait entraîner de grandes pertes de charbon par la difficulté et le danger du travail d'abattage. Quant à moi, j'étais dans la conviction que le dépouillement de la tranche inférieure était au moins aussi facile que celui de la première tranche, et qu'un intervalle entre les deux, de 3 à à 4 mètres, était suffisant pour faire sans crainte d'éboulement les travaux préparatoires inférieurs, et cette conviction, basée sur la connaissance parfaite des lieux et sur une longue pratique de l'exploitation des mines, me porta à ne pas trop facilement abandonner un projet longtemps médité, pour me ranger de l'avis de per-

sonnes, sans doute très-recommandables par l'in-l'intelligence et le talent, et dont les conseils, dans cette circonstance, étaient désintéressés, pleins de bienveillance pour moi, mais qui n'avaient pas, comme moi, fait des difficultés de l'exploitation, l'étude de toute leur vie, et je persévérai dans l'application de mon système, que M. Manès seul approuva, en me soutenant de ses conseils et de son expérience; comme d'ailleurs cette application devait être un changement total des moyens précédemment employés et un bouleversement complet des idées reçues en exploitation, d'après lesquelles *le dépouillement, dans tous les cas, pour être complet, économique et sûr, doit être fait de bas en haut*, et comme en définitive cette application de mon système pouvait, si elle ne réussissait pas, compromettre l'avenir d'une grande mine dont l'économie m'était confiée et engager ma responsabilité morale, je voulus en faire l'essai sur une partie isolée des travaux, et je choisis pour cela le cas le plus défavorable, celui où le dépouillement de la deuxième tranche s'effectuerait presque aussitôt après celui de la tranche supérieure et avant tout tassement des remblais nouvellement tombés.

Essai sur la résistance de l'intervalle quand les remblais sont en repos.

Cet essai me confirma ce que je savais par l'observation et l'expérience, que s'il faut une grande solidité aux masses environnantes pour résister aux pressions énormes du toit au moment où il se brise pour remplir les vides de l'extraction, une épaisseur de moins d'un mètre dans des charbons durs, comme ceux de Blanzy, est suffisante pour soutenir toute la masse des remblais une fois que l'éboulement est terminé et que les remblais sont

en repos; je poussai, en effet, deux galeries horizontales de 3 mètres chacune de largeur et distantes l'une de l'autre de 16 mètres sous la partie dépilée et remblayée en laissant environ 2 mètres de massif entre cette partie et le plafond de mes galeries; la solidité de ces dernières fut complète, jusqu'à ce qu'elles fussent arrivées elles-mêmes à la limite où devait commencer le dépouillement des massifs laissés au-dessus d'elles et entre elles; alors je pus faire ce dépouillement en enlevant $1^m,50$ de l'épaisseur des 2 mètres d'intervalle laissés au plafond des galeries, et pratiquer une excavation, ayant 16 mètres de largeur sur 20 mètres de longueur environ, avant que le faible toit de $0^m,50$ d'épaisseur en charbon laissé à l'excavation se rompît et déversât les remblais supérieurs dans les vides inférieurs (*fig.* 3 et 4, *Pl. VIII*). Ce déversement se fit assez lentement d'ailleurs pour me faire croire que dans un cas plus favorable que celui-là, je l'obtiendrais quand je voudrais et quand le besoin du travail l'exigerait. J'avais ainsi réussi à faire sans danger sous des travaux nouvellement éboulés et remblayés par l'éboulement, un travail préparatoire et un dépouillement assez complet pour m'encourager à en tenter l'application en grand.

Application en grand de la méthode par éboulement aux tranches inférieures.

Cette application fut faite, en 1841, tant à Lucie n° 2 qu'au puits de la Carrière, et elle se continue depuis d'une manière satisfaisante et sans autres inconvénients que ceux que je signalerai plus tard, et qui sont une conséquence ou de la défavorable disposition des lieux ou de la mauvaise exécution du dépouillement supérieur, mais non du vice de la méthode.

Ainsi, dans les deux exploitations dont je

viens de parler, on opère depuis trois ans, sans aucune difficulté et sans perte sensible de charbon comme sans plus de danger pour les ouvriers que dans un travail en massif, un dépouillement ou dépilage au-dessous de travaux précédemment dépilés, qui comprend 6 mètres d'épaisseur. La manière dont s'effectue ce travail, d'abord si redouté et maintenant si recherché des ouvriers parce qu'il est lucratif, est la même que celle qui est employée au dépouillement supérieur et elle est fort simple : je vais tâcher de la faire connaître.

Détail du travail de dépilage, le même pour la première tranche et pour celles qui la suivent (division de la couche en plusieurs tranches ou couches parallèles superposées).

Si la masse exploitable est divisée dans le sens du gisement en tranches naturelles inclinées comme la couche et parallèles à sa surface par des veinules de schiste appelées *barres*, de manière à former plusieurs parties stratifiées, d'une épaisseur de 3 à 6 mètres, qu'on puisse exploiter séparément, on adopte ces divisions qui facilitent l'abattage et le triage du charbon, et qui dirigent les ouvriers dans la conduite de leur travail, l'on s'établit dans la division qui est immédiatement sous le toit, pour y faire les travaux préparatoires, comme on les ferait dans une couche isolée de même puissance.

Ces travaux préparatoires consistent ordinairement en une série de galeries parallèles et horizontales poussées, dans le sens de la direction, à 10 mètres les unes des autres, et découpant le massif exploitable en piliers rectagulaires de 10 mètres de largeur et de 50 à 100 mètres de longueur environ ; ces galeries s'appuient sur le plan de division des tranches, ne comprennent que deux mètres de la hauteur de la tranche, et supportent toute l'épaisseur de charbon excédant ces deux mètres ; elles ont de 2 à 3 mètres de lar-

geur, et ne communiquent entre elles que par de rares traverses nécessaires pour la circulation de l'air.

Si la mine n'offre pas ces divisions naturelles dont nous avons parlé, on les fait par la pensée et on les suit régulièrement comme si elles existaient.

Ainsi, par exemple, pour une couche de 15 mètres de puissance, qui est à peu près celle des couches de *Lucie* et du *Montceau*, imaginons qu'il existe dans cette masse une division natucelle de 5 en 5 mètres par des veinules de schiste qui la partagent en trois couches de 5 mètres ; ce serait, je crois, vu la dureté et la tenacité de ces charbons, la division la plus avantageuse pour l'exploitation : on s'établirait dans la première partie, celle qui est immédiatement sous le toit; on y ferait les travaux préparatoires et de dépilage, puis une fois le dépouillement terminé et le remblayement des vides fait, par suite de l'écrasement du toit, on passerait à la deuxième partie qu'on préparerait et qu'on dépilerait de même, puis enfin à la troisième partie qui serait celle s'appuyant sur le mur dont les travaux préparatoires et de dépilage ne devraient suivre ceux de la deuxième partie, qu'après que cette dernière aurait été comme la tranche supérieure complément remblayée par les remblais supérieurs.

A Lucie, la division n'est pas aussi exacte que je l'ai supposé, mais elle se prête également bien à l'exécution du travail sommairement expliqué cidessus La couche de 15 mètres est divisée par deux veinules schisteuses, en trois parties, la première de 4^{m},50 d'épaisseur comprise entre le toit et la première barre schisteuse, la deuxième de 1^{m},50

d'épaisseur comprise entre les deux barres, enfin la troisième de 8 à 9 mètres environ comprise entre la deuxième barre et le mur. On peut, dans ce cas, considérer la première partie de $4^m,50$ comme pouvant former une division, et les deux autres comme pouvant être partagées en deux divisions, l'une, qui comprendrait les 5 ou 6 mètres les plus près du mur, et l'autre tout ce qui reste de la couche entre cette dernière et la division supérieure.

Alors, dans la première partie comprise entre la première barre et le toit, on s'établit, comme on le ferait dans une couche isolée de $4^m,50$, en dirigeant des galeries de deux mètres de hauteur et de 3 mètres de largeur suivant le mur et en laissant au plafond des galeries $2^m,50$ d'épaisseur de charbon intact. Ces galeries, disposées dans l'ordre le plus convenable, pour le roulage et l'airage de la mine, sont poussées dans tous les sens de manière à diviser toute l'étendue du champ d'exploitation en piliers rectangulaires de 50 à 100 mètres de longueur et de 10 mètres de largeur. La longueur des piliers dépend des besoins présents de l'exploitation au moment du travail préparatoire. Si l'airage est facile et l'extraction peu active, on doit laisser à ces piliers la plus de longueur possible, parce qu'ils offrent bien plus de solidité et se prêtent bien mieux à un dépouillement complet. **Travaux préparatoires.**

Dans la mine de Lucie, la couche inclinée de 15 degrés s'étend à de grandes distances de chaque côté du puits sans interruption grave dans son allure : on a ouvert dans cette couche plusieurs étages, distants les uns des autres verticalement de 10 mètres environ et communiquant au

puits d'extraction par des galeries à travers bancs servant d'accrochage. L'intervalle existant entre un étage et un autre en suivant l'inclinaison de la couche est d'environ 50 mètres ; cet intervalle est partagé en piliers de 10 mètres de largeur par des galeries de direction débouchant toutes dans une galerie inclinée qui sert de voie de roulage et dans laquelle est établi un plan incliné automoteur, desservi par un tour à manivelle muni d'un frein. Chacune des galeries est munie d'un chemin de fer comme la voie de roulage, et sert réellement de voie de roulage pour le niveau auquel elle est ouverte ; le service sur le plan incliné se fait avec des chariots porteurs, qui reçoivent les chariots chargés dans les différentes galeries et au moyen desquels ils sont descendus à la voie de roulage inférieure et de là roulés au puits (*fig.* 5, *Pl. VIII*).

Quand on est arrivé avec les travaux ainsi préparés à la limite du champ d'exploitation, on commence, par les parties les plus éloignées du puits, le dépouillement des piliers et des massifs laissés au plafond des galeries.

Premier dépilage ou dépilage supérieur.

Ce dépouillement est une chose très-délicate ; il exige des ouvriers qui le font une attention et un soin extrêmes ; il devient très-facile et n'offre réellement pas plus de danger qu'un travail préparatoire en massif, quand les ouvriers sont expérimentés ou se conforment aux indications d'un chef praticien et exact. Il consiste à dépouiller complétement de charbon la partie de couche en exploitation au fur et à mesure qu'on se rapproche du puits et que les éboulements s'opèrent, sans permettre qu'aucun éboulement n'envahisse les tailles d'abattage et n'occasionne des

pertes de charbon qu'on doit toujours éviter. En général on s'y prend de la manière suivante : supposons, *fig.* 5, que la ligne AB soit la limite naturelle des travaux préparatoires du côté de l'est, soit que le dépouillement les ait ramenés à cette ligne, soit qu'ils aient été arrêtés à un accident qui les termine de ce côté : Le pilier supérieur *abcd* est attaqué le premier par son extrémité *cd*, sur une hauteur de 2 mètres seulement égale à celle de la galerie préparatoire *a'bcd'* servant de voie de roulage supérieure, de manière à reculer l'extrémité du pilier de *cd* en *ef*; alors il existe un vide *dd'eg* qu'on fait solidement boiser avec des bois posés debout et assez près les uns des autres pour empêcher tout éboulement du toit ; les bois sont placés au fur et à mesure de l'abattage et disposés en lignes parallèles à celle suivant laquelle se fait cet abattage.

Boisage des tailles.

Attaque du plafond ou rabattage.

Avant d'entailler plus avant le pilier *abcd*, on attaque à coups de mine le plafond de l'excavation le long de la ligne AB, de manière à découvrir le toit sur une largeur de 2 ou 3 mètres et sur toute la longueur *dd'*; pour cela il faut enlever la première ligne de bois debout qui soutiennent ce plafond.

Dans cet état de choses, le dépilage est ouvert, et il ne reste plus qu'à continuer un travail désormais facile et régulier avec les précautions que je vais indiquer.

Le toit de la couche, découvert sur une largeur de 2 ou 3 mètres, n'est généralement pas assez faible pour se briser et tomber; il faut, pour amener ce résultat qui est essentiel, élargir l'excavation, ce qui se fait en reculant successivement le pilier et l'entaille du plafond que j'appellerai *ra-*

battage, d'une quantité égale, de manière à avoir toujours entre l'avancement du pilier et celui du rabattage une distance de 4 à 5 mètres au plus. Habituellement les tranches que l'on enlève au pilier sont de deux mètres et la tranche du rabattage qui suit est aussi de deux mètres ; à chaque tranche que l'on prend au rabattage, on sort une ligne de bois qu'on pose à la place de la tranche de pilier correspondante. Il reste toujours ainsi en place deux lignes au moins de bois verticaux pour supporter la partie du plafond ou rabattage qui est en saillie de 4 mètres sur le pilier, et qui sont destinées, non-seulement à rendre l'abattage des parties élevées plus facile, mais principalement à mettre à couvert les ouvriers de tout éboulement provenant du toit : c'est sous cette couverture, rendue parfaitement solide dans tous les cas par les nombreux boisages, presque toujours inutiles qui la soutiennent, que travaillent en toute sûreté les ouvriers qui reculent le pilier et ceux qui abattent le plafond. Tout ce dernier travail se fait à la poudre en disposant les coups de mine suivant les directions x, y, de la *fig*. 6, *Pl. VIII*.

Enlèvement des bois soutenant le rabattage.

En continuant ainsi de ramener en même temps le pilier et le rabattage qui le suit, les mineurs arrivent à un dépouillement complet de la masse $aa'dd'$. Pendant que se fait ce dépouillement, on peut commencer celui du pilier $a'b'c'd'$ qui lui est immédiatement inférieur, et quand ce dernier est assez avancé, on peut entreprendre celui du pilier suivant $a''b''c''d''$ qui lui est inférieur, et ainsi de suite, et avoir de la sorte autant de dépilages en train qu'il y a de galeries de direction ouvertes d'un côté du montage au plan incliné FD.

Si les travaux sont disposés de telle sorte qu'il soit possible de faire en même temps le dépouillement des massifs découpés de l'autre côté du plan incliné, il se fait de la même manière.

Ce qui a lieu pour la partie *est* de la mine peut avoir lieu également pour la partie *ouest*, ou toute autre partie où les travaux préparatoires seraient achevés. Ainsi, on peut arriver à un dépouillement complet de la couche ou tranche de 4^{m},50 d'épaisseur sur une surface considérable, sur toute celle enfin qui a été assignée au champ d'exploitation, tout en maintenant l'extraction en très-grande activité.

Ce n'est que quand le dépouillement de cette couche est achevé sur toute cette surface, alors que le toit brisé sur toute son étendue et dans tous les sens s'est éboulé sur les vides de l'extraction, et que ces vides ont été exactement remplis par les remblais fournis par l'éboulement, et que ces remblais, enfin, par leur ancienneté, leur pression et leur force de cohésion se sont tassés, et solidifiés de manière à former une masse compacte et adhérente, que l'on doit penser à entreprendre les dépilages inférieurs.

Nous verrons que toutes ces conditions étant bien satisfaites, le dépilage inférieur n'offre pas plus de difficulté que le premier dont nous venons de parler, et qu'on peut, de cette manière, parvenir, sans grandes difficultés, à un dépouillement presque complet d'une couche puissante. Auparavant, je dois donner quelques détails qui sont nécessaires pour bien comprendre le mécanisme du travail.

Dispositions accessoires.

Afin de retenir les remblais sur les pentes, de les empêcher d'avancer dans les tailles d'abattage

et de faciliter leur tassement, on est obligé souvent de faire avec les matériaux solides dont ils se composent des murs de soutenement et des massifs capables de résister tant à la pression du toit, qu'aux poussées latérales qui suivent les éboulements.

Murs de l'éboulement.

Ces murs sont faits au haut des montages M, M', M'' (*fig.* 7, *Pl. IX*) toutes les fois que ces derniers sont dépassés par le dépilage supérieur, et ils ont pour but dans ce cas : 1° d'arrêter l'écoulement des remblais dans le montage et dans la galerie inférieure; 2° d'intercepter en cas d'incendie, toute communication entre cette partie dépilée et les autres travaux; ils sont dans ce cas enduits de terre argileuse et bien entretenus.

Murs d'airage.

Les murs faits dans les chantiers mêmes des mineurs, n'ont pas d'autre but que d'éloigner les éboulements du front de la taille; ils sont moins soigneusement faits que les autres et n'ont souvent qu'un mètre ou deux de hauteur sur 1m,50 d'épaisseur.

Quand le feu se manifeste dans un chantier, ce qui est rare, mais arrive quelquefois après un grand éboulement, il est très-facile de s'en garantir; les murs des traverses ou des montages étant enduits avec de la terre mouillée, on vide le chantier, après en avoir retiré le charbon et les bois qu'il est possible d'enlever; l'on en ferme l'entrée par un mur X fait entre les deux massifs adjacents, puis, suivant la ligne XY, on ouvre un nouveau chantier de dépilage que l'on tient séparé de l'ancien par un petit massif laissé intact entre les deux, et une fois éloigné du foyer de l'incendie, on continue comme auparavant.

Les incendies sont les plus graves inconvénients de ces sortes de travaux par éboulement, à cause

des dégagements de mauvais air qu'ils occasionnent, et qui font que malgré l'airage le mieux entendu et le plus actif, on ne peut souvent continuer le dépouillement sans perte considérable de charbon. Cependant, on peut dire que jusqu'ici à Blanzy, surtout pendant l'exploitation de la première tranche, ils n'ont pas sensiblement nui au travail, ou n'ont occasionné que des pertes peu sensibles, même dans l'exploitation de la deuxième tranche.

J'aurai donc l'occasion de revenir sur ce sujet, lors de l'exposition du travail de la deuxième tranche où il sera plus naturellement placé ; je reprends la suite des explications nécessaires à l'intelligence du travail de dépilage dans tous ses détails.

Nécessité de commencer le dépouillement par la tranche supérieure.

Je pense qu'il n'est pas nécessaire de démontrer l'avantage d'attaquer la masse par la partie supérieure plutôt que par la partie inférieure ; il est certain (et les personnes les moins versées dans la matière le comprendront) que dans une couche puissante horizontale ou inclinée, si au lieu d'exploiter premièrement la tranche supérieure et supportant le toit, on eût commencé par celle qui repose sur le mur ou la plus inférieure, le moindre éboulement occasionné dans les travaux eût amené le bouleversement des parties non exploitées, et en eût rendu l'exploitation, si non tout à fait impossible, du moins extrêmement difficile et périlleuse ; il tombe sous le sens que dans ce cas, les chantiers pouvant avoir une grande hauteur et les excavations une étendue considérable, avant que l'éboulement arrive, il ne doit point y avoir de sûreté pour des ouvriers exposés alors à des dangers certains, imminents, qu'il est

difficile de reconnaître, et qu'une fois l'éboulement venu, il doit s'en suivre d'énormes pertes de richesses qu'on ne peut éviter et de vastes incendies dont il n'est plus possible de se garantir; tandis qu'en entreprenant le travail par la partie supérieure et en ne donnant à chacune des tranches dans lesquelles on a divisé la masse, qu'une épaisseur convenable, les éboulements ne peuvent affecter en rien le massif laissé intact au-dessous; les incendies s'ils se déclarent, peuvent être facilement limités et éteints même, en y empêchant l'accès de l'air; les ouvriers peuvent y être mis à l'abri de tout danger, puisqu'ils marchent sur un sol ferme et intact, qu'ils atteignent avec leurs outils les plus grandes hauteurs de l'excavation et peuvent y mettre des étais; enfin, il ne peut y avoir de richesse perdue, que celle qui est renfermée dans la tranche en exploitation dont les ouvriers n'auraient pas tiré bon parti, mais jamais cette perte ne pourrait s'étendre aux parties inférieures.

Le travail de dépouillement de haut en bas, alors qu'il a lieu par éboulement, est évidemment le plus avantageux; si l'on ne peut employer les remblais, il est donc le seul convenable dans ce cas; reste à expliquer pourquoi il s'exécute en deux fois pour chaque tranche ou pourquoi l'on fait précéder de quelques mètres l'enlèvement du rabattage par celui du pilier.

Plus grande facilité du travail.

Le but de cette double opération est, comme je l'ai dit, de mettre constamment les ouvriers à l'abri de tout accident provenant des éboulements, et de faciliter le dépouillement d'une masse aussi considérable, qui se ferait incomplétement en une seule fois. En effet, quand les mineurs sapent le pilier sur toute sa largeur et sur la hau-

teur de 2 mètres seulement, ils étayent régulièrement le plafond de charbon qu'ils laissent au toit, et peuvent sous ce plafond, rendu de cette manière très-solide, travailler en toute sûreté comme ils le feraient en plein massif; ensuite lorsqu'ils font tomber le rabattage, la direction qu'ils donnent à leur coups de mine, leur permet encore de rester constamment à l'abri du danger provenant d'éboulements en travaillant à couvert sous le même plafond, ainsi qu'on le voit par les *fig.* 8 et 9, *Pl. IX*; enfin quand la chute du rabattage a lieu le charbon qui en provient, descend sur la pente du talus des remblais existants, et vient aux pieds du mineur se faire ramasser sans difficulté et se faire charger par les rouleurs, sans les obliger de s'avancer au delà de la partie solide sous laquelle ils sont à couvert; aussi est-il à remarquer que depuis que les ouvriers se sont exercés à ce travail et en ont pris l'habitude, il leur arrive moins d'accidents que dans un travail en massif, soit qu'ils travaillent avec plus de précautions et de soins ou soient plus habiles, soit que réellement ils soient moins exposés par des éboulements qu'ils attendent et provoquent, que par ceux qui leur arrivent sans être attendus quand ils travaillent au massif.

Plus grande sûreté des ouvriers.

Cette disposition, outre l'avantage qu'elle a de faciliter l'enlèvement des charbons et d'abriter les ouvriers contre le danger des éboulements, se prête merveilleusement à un roulage intérieur, facile et économique, car c'est toujours entre les bois qui supportent le rabattage et sous ce rabattage même, en longeant le front de taille du pilier, que passe la voie de roulage desservant le chantier, et il serait difficile de l'établir d'une manière sûre

ailleurs. Cette portion de la voie de roulage est mobile comme le pilier dont elle suit le mouvement de retraite, se démontant et se reposant plus en arrière chaque fois que les bois extrêmes du rabattage sont changés et rapportés sur le front de la taille.

Économie du travail de dépilage.

Le plus grand avantage du mode de dépilage par éboulement, l'avantage matériel incontestable et déterminant pour Blanzy, est l'économie qu'il occasionne sur le prix de revient.

Avantage qu'il procure aux ouvriers.

L'abattage de la houille dans les travaux préparatoires, coûte moyennement 0f,125 l'hectolitre comble; les ouvriers dans ce travail, gagnent au plus 2 fr. par journée de huit heures de travail effectif. Dans les dépilages, l'hectolitre de houille revient à 0f,083, et les ouvriers gagnent 3 fr. 25 c. par jour; il y a économie pour la mine de 0,042 par hectolitre et bénéfice net de 1 fr. 25 c. par jour pour les ouvriers. Si par l'abaissement du prix payé aux ouvriers, leur journée était ramenée, dans le travail du dépilage, à ce qu'elle est dans le travail en massif, l'économie de la main-d'œuvre, dans ce cas, serait de 0,066 par hectolitre, c'est-à-dire, un peu plus de moitié, mais il a paru juste que des ouvriers intelligents, actifs, expérimentés comme il les faut pour ce travail, participassent au bénéfice qu'ils procurent à la compagnie, et le haut prix qui leur est payé dans ce cas, et qui élève leur journée à 3 fr. 25 c., déduction faite de la poudre employée, représente assez exactement la part d'avantage qui leur est due (1); aussi les ouvriers

(1) *En massif* à Blanzy l'abattage est payé suivant la dureté des charbons, qui est partout très-grande,

préfèrent-ils les chantiers de dépilage aux chantiers en massif, et ceux qui déjà depuis longtemps y ont été employés, perdent-ils l'habitude des massifs et ne peuvent-ils plus y travailler. Une des meilleures preuves que les travaux de dépilage, comme on les fait à Blanzy, sont bien appropriés à la couche et à la localité où ils se font et ne présentent pas plus de danger que ceux en massif, c'est que les ouvriers demandent tous à y travailler, qu'on ne peut en donner à tous et que l'on n'y emploie que les anciens ouvriers, ceux qui ont donné des preuves d'attachement et de dévouement à la compagnie, ou qui parvenus à un âge déjà avancé, ont besoin d'un travail moins dur, moins pénible que celui en massif.

On voit par ce que je viens de dire, que l'exploitation de la première tranche ou zone, se réduit à celle d'une couche isolée de même épaisseur, dont on fait le dépouillement de la manière la mieux appropriée à sa nature; je ne m'étendrai donc pas davantage sur le mode d'entaillement le plus convenable, employé suivant la dureté, l'épaisseur et l'inclinaison de la couche. J'ai traité très en détail ce point-là dans mon mémoire sur

---

$0^f,70$, $0^f,75$, $0^f,80$ la benne de 6 hectolitres combles, pesant 700 kilogrammes environ, ce qui fait $0^f,116$, $0^f,125$, $0^f,133$ par hectolitre; les ouvriers abattent de 2 à 3 bennes dans leur journée, ce qui leur fait $1^f,75$, $1^f,87$ et 2 fr. par jour.

En dépilage, l'abattage se paye généralement $0^f,50$ la benne; les ouvriers en font 7 à 8 dans leur journée, mais dans ce cas ils consomment 1/4 kilogramme de poudre qui est à leur charge. Les 8 bennes à 50 centimes feraient 4 francs, d'où déduisant 75 centimes de poudre, il reste 3 fr. 25 c. pour le prix net de la journée.

les mines de Blanzy, publié par la correspondance des élèves de l'école des mineurs de Saint-Étienne, et cela m'entraînerait ici à trop de longueur; je me bornerai donc à terminer cette note par quelques observations sur l'exploitation de la deuxième tranche et des tranches suivantes.

Exploitation de la 2e tranche.

Le travail de cette deuxième tranche, est en tout semblable à celui de la première, et ne peut être commencé d'une manière un peu sûre qu'après un certain temps, alors que celui de la première est terminé, que les éboulements qui ont suivi le dépilage ont pris fin, que les remblais qui ont rempli les vides de l'extraction ne sont plus en mouvement, se sont tassés et se sont solidifiés assez pour que, par leur adhérence, il puissent constituer un nouveau toit solide et se maintenir immobiles au-dessus des travaux préparatoires de la deuxième tranche ou zone.

Cette consolidation des remblais provenant de l'éboulement du toit aura lieu dans tous les cas, toutes les fois que les strates du terrain superposé à la houille auront été brisés sur une grande étendue, et que le glissement des terres supérieures aura occasionné un remplissage complet des vides. Elle est d'autant plus prompte que le dépouillement a été plus complet et qu'aucun pilier laissé debout, n'empêche la chute du toit qui est désirable dans ce cas, et enfin que les rochers qui constituent le toit de la couche sont plus friables.

Comme le dépouillement d'une tranche exige plusieurs années, puisqu'il comprend toute la surface du champ d'exploitation, il s'écoule toujours assez de temps entre le moment où le dépilage est terminé sur un point de la tranche supé-

rieure et l'époque où il doit être commencé sur le point correspondant de la tranche inférieure, pour espérer que le tassement dont je parle puisse avoir lieu dans tous les cas et n'arrête jamais l'extraction.

Disposition des galeries préparatoires.

Les travaux préparatoires de la deuxième tranche, pour présenter toutes les conditions de solidité nécessaires doivent être faites au fur et à mesure de l'avancement des dépilages et jamais d'avance; dans ce but, supposons que le plan *fig.* 10 et 11, *Pl. IX*; représente les projections horizontales et verticales de la deuxième tranche, et que le massif à dépiler soit MCKL, placé au-dessous d'un dépilage déjà fait; on ouvre dans le montage AB, les deux galeries ED, FG, qu'on pousse l'une et l'autre jusqu'à la ligne CK, en les reliant tous les cinquante mètres au plus, par une traverse *lm*, destinée à y établir un bon airage, et aussitôt on fait le dépouillement du pilier supérieur ACDE, qu'on fait suivre immédiatement par celui du pilier DEFG, et quand le dépilage du premier est en train et même avancé, on ouvre seulement la galerie inférieure HI, afin que le dépilage du pilier qu'elle découpe, commence aussitôt après celui du pilier ACDE, et qu'il n'y ait pas d'interruption dans le travail. Quand le dépilage DEFG est achevé, on le fait suivre de celui de GFHI, et enfin de celui du dernier pilier HIKB.

Dépilages successifs.

Tous ces dépilages d'ailleurs, et ceux qui doivent les suivre dans la deuxième tranche, s'effectuent comme je l'ai indiqué pour ceux de la première tranche et sans plus de difficulté, à moins qu'il ne se manifeste du feu quelque part, et qu'il n'y ait dégagement de mauvais air. Dans ce cas il y a des pré-

cautions à prendre que la pratique indique et qui sont commandées par la nécessité.

Cas d'incendie.

Si nous supposons qu'avant tout incendie, le dépilage soit avancé jusqu'à la ligne brisée *pqrstuvxy*, et qu'à ce moment il se déclare du mauvais air ou du feu, au point *x* par exemple, il sera facile de l'en garantir en faisant les murs 1, 2, 3, 4 dans les galeries de roulage et en abandonnant sans les dépouiller les fragments de piliers *pq*, *rst*, *t'uv*, *v'xy*, qui appuient ces murs, et en recommençant au delà le dépilage à nouveau, comme s'il n'y avait eu rien de changé. Les fragments de piliers sont laissés pour servir de barrage au feu et au mauvais air; ils n'ont que l'épaisseur suffisante pour cet objet. Ordinairement deux mètres suffisent, surtout quand le travail préparatoire est fait comme je l'ai indiqué, c'est-à-dire peu de temps avant le dépouillement, et quand les piliers n'ont pas eu le temps de s'altérer par une longue résistance à la pression.

Perte de charbon occasionnée par cette méthode.

En supposant que la petite lisière de massif laissée intacte pour arrêter le feu, ait une épaisseur de 2 mèt. ordinairement suffisante, et qu'elle ait un développement en longueur de 70 mètres, comme elle a $4^m,50$ de hauteur, il se ferait une perte de houille en ce point de 630 mètres cubes; mais la surface de la masse à exploiter LMCK étant de 45,000 m. c. environ, si cette perte n'était nécessaire qu'une fois, dans tout le cours de l'exploitation d'une tranche, elle ne serait que la soixante-onzième partie du tout. Or, du jour où en exploitant de grandes couches comme celles que nous prenons pour exemple, on sera parvenu à ne perdre que la trente-sixième partie de la masse exploitable, on aura fait faire un grand pas à la science

pratique de l'exploitation des mines de houille; c'est cependant ce qui a lieu à Blanzy où jusqu'ici les pertes s'élèvent peut-être moins haut que ce chiffre.

D'ailleurs l'avancement du pilier et du rabattage se fait pour la deuxième zone comme pour la première, et le prix payé aux ouvriers pour l'abattage est tout à fait le même; il n'est donc point nécessaire de revenir sur ce point qui a été suffisamment expliqué dans ce qui précède

Exploitation des tranches inférieures.

On n'a pas jusqu'ici exploité à Blanzy au delà de deux tranches, mais il est facile de voir qu'une troisième et même une quatrième tranche n'offrirait pas plus de difficulté que la deuxième, et que son dépouillement se ferait tout à fait de la même manière. Aussi, quelle que soit l'épaisseur d'une couche, son exploitation avec le système que je viens de développer, qui est appliqué dans toutes les mines de Blanzy et qui a reçu la sanction du temps, puisqu'il est en vigueur depuis bientôt sept ans, est tout à fait ramenée, comme on le voit, à celle d'une couche de moyenne puissance.

J'ai indiqué, dans mon mémoire sur les mines de Blanzy, les différents modes d'entaille employés suivant l'épaisseur, la dureté et l'inclinaison des couches; je n'y reviendrai pas, et je me bornerai à dire qu'ils donnent d'une manière économique la solution d'un problème qui n'avait point été trouvée jusqu'ici.

Un des avantages généraux de cette méthode de dépouillement de haut en bas et par tranches successives, est de permettre l'exploitation continue d'une couche de toute épaisseur (car elle est appliquée également aux couches minces et aux couches puissantes), depuis les affleurements

jusqu'à une profondeur indéfinie, et de faciliter la marche constante du connu à l'inconnu, si sûre et si désirable dans les travaux de mines. En effet, du moment qu'étant parvenu à une couche exploitable, on en a reconnu l'étendue et l'allure en tous sens, et qu'on en a divisé la surface en divers champs d'exploitation bien circonscrits en hauteur verticale comme en étendue horizontale, on peut commencer de suite les travaux préparatoires du premier étage ou de celui qui est le plus rapproché des affleurements, et en faire le dépouillement avant de passer au deuxième étage, qui se préparera et se dépouillera avant le troisième, et le troisième avant le quatrième, ainsi de suite, toujours en appliquant à l'exploitation de chaque étage, si la couche est puissante, la méthode par tranches successives et superposées que j'ai expliquée; on arrivera ainsi au septième étage par exemple (*fig.* 12, *Pl. IX*), qui est le dernier, et au delà duquel l'exploitation ne peut être continuée que par un autre puits. Eh bien! dans ce cas, au niveau de ce septième étage, on pousse une reconnaissance dans la couche, au moyen d'une descenderie AB, qu'on poursuit jusqu'à la distance voulue pour s'éclairer parfaitement sur l'allure de la couche en profondeur. Quand on est bien sûr de sa continuation, avant tout dépilage du septième étage, on peut à coup sûr foncer sur le prolongement de la couche étudiée le puits CD, destiné à le recouper sur l'inclinaison, et par ce puits CD, diviser la masse exploitable en plusieurs étages, comme on l'a fait par le puits EF, et obtenir un aérage parfait dans les deux puits en les faisant communiquer ensemble.

L'exploitation par le puits CD ayant amené

l'épuisement de la partie de la couche accessible par ce puits, on pourra par l'étage le plus bas, pousser des reconnaissances dans la partie engagée sur la pente de l'inclinaison, et s'éclairer sur la possibilité de foncer un autre puits qui en continue l'exploitation, soit en direction, soit sur l'inclinaison, mais toujours avec les chances d'un aérage parfait.

Inconvénients de la méthode.

Il est vrai de dire que quelques inconvénients sont attachés à l'emploi de cette méthode, et en diminuent les avantages, mais quelque grands qu'ils soient, ils ne doivent pas faire renoncer à l'appliquer dans la plupart des cas; ils disparaissent devant les faits et sont plus apparents que réels. On peut lui reprocher 1° de bouleverser continuellement la surface du terrain qui recouvre la mine; 2° d'occasionner l'infiltration d'une grande quantité d'eau; 3° enfin de provoquer les incendies et les dégagements de mauvais air.

Bouleversement du sol à la surface.

On ne peut disconvenir qu'un éboulement continuel du toit, se répétant à chaque dépouillement des tranches successives qui composent la couche, n'amène une telle perturbation à la surface, que souvent le sol en est détruit et rendu improductif pendant plusieurs années; mais si au lieu de faire ébouler le toit de la mine, on introduisait dans l'intérieur des remblais pris à la surface, on serait bien obligé de les prendre à proximité du puits, et pense-t-on que la grande quantité de ces remblais qu'il faudrait extraire du sol pour combler les vides de l'extraction, ne détérioreraient pas autant le sol que quelques éboulements, qui se faisant de bas en haut, abaissent le niveau du sol, le crévassent en tous sens, mais n'en enlèvent pas la partie meuble et

productive? Non, la méthode par éboulement, ne diffère sur ce point de la méthode par remblais, qu'en ce qu'elle emploie aux remblais intérieurs une matière stérile, prise dans la mine, et qui ne coûte rien, au lieu que la méthode par remblais y emploie avec frais la meilleure terre de la surface.

Infiltration des eaux.

L'objection de l'infiltration des eaux est un peu plus réelle que la précédente; cependant il est à remarquer que les dépilages, quand il ne se font pas au-dessous des rivières ou des eaux accumulées, n'occasionnent pas à Blanzy une grande infiltration; quand une mine est ancienne déjà sans qu'il s'y fasse de dépilage, elle finit par tarir les sources sous lesquelles elle passe. Il ne peut donc y avoir que les eaux pluviales dans les moments d'orage, qui pourraient pénétrer dans la mine par les éboulements des dépilages. Or, il est facile de se garantir de ces eaux, qui ne sont qu'accidentelles, en entourant de fossés les parties éboulées, et en leur donnant un écoulement d'un autre côté; d'ailleurs, cette quantité d'eau étant généralement petite, on ne doit pas s'en effrayer, quand on a à sa disposition de fortes machines d'épuisement, sans lesquelles l'exploitation des mines est désormais impossible.

Incendies.

La provocation aux incendies qu'on pourrait reprocher à cette méthode, est le seul inconvénient qui me paraisse tout à fait inhérent à son emploi dans les mines de houille; cependant je crois qu'on peut l'éviter, ainsi que cela a eu lieu au puits des *Communautés*, aux deux puits *de Lucie*, et dans toutes les mines *de Montmaillot* et *des Porrots*, où toute l'exploitation est faite par éboulement, en faisant le dépouillement complet et en circonscrivant les éboulements dans d'étroites li-

mites, c'est-à-dire en faisant ébouler le toit aussi vite que possible, afin qu'il ne s'écrase pas tout à coup sur de grandes surfaces, et si ce n'est au *Montceau* où la couche, souvent tranchée et rejettée par des failles, est très-sujette à des mouvements de masse, et où le charbon est très-inflammable, le feu ne s'est jusqu'ici manifesté dans aucune des mines de Blanzy; d'ailleurs il est facile, comme nous l'avons vu, de s'en garantir et, sans beaucoup de perte, en préparant les travaux convenablement, et en faisant les dépilages avec prudence; et il serait possible qu'avec les précautions indiquées lors du dépilage, et avec un dépouillement complet et des éboulements de peu de développement le feu ne fût pas la conséquence de l'emploi de cette méthode plus que de toute autre; car toutes les mines puissantes que je connais, quel que soit leur mode d'exploitation, sont incendiées, même celles du *Creuzot* et de *Montchanin*, où la méthode des remblais est plus particulièrement employée: ainsi les mines de *Decazeville*, de *Commentry*, de *Rive-de-Gier* et de *Saint-Etienne*, sont en feu du moment que leur exploitation a une longue durée, quel que soit le mode de dépouillement qui soit appliqué.

En résumé, on s'est très-bien trouvé *à Blanzy* de la méthode par éboulements et par tranches successives de haut en bas qui y a été appliquée dès l'année 1837, et qui, en continuant de l'être sans interruption depuis, s'y est naturalisée et est devenue tout à fait spéciale à ces mines dont l'aménagement, l'économie et la prospérité dépendent pour ainsi dire de son emploi bien entendu. Résumé.

Cette méthode est la seule applicable à toute puissance, à toute inclinaison, et à toute profondeur;

elle a sur toutes les autres l'avantage de suivre les progrès de l'exploitation, de prendre une couche aux affleurements et d'en faciliter le dépouillement complet jusqu'aux plus grandes profondeurs où elle peut s'étendre en détruisant au fur et à mesure de leur enfoncement *des travaux inutiles et toujours dispendieux à entretenir.*

EXTRAIT

Du Rapport de la Commission de surveillance des bateaux à vapeur établis à Lyon, sur l'accident arrivé à bord du bateau le Lavaret.

Le bateau à vapeur *le Lavaret*, naviguant sur la Saône, entre Lyon et Mâcon, venait de quitter l'escale de Neuville, où il s'était arrêté quelques instants pour prendre et déposer des voyageurs, lorsque l'une des deux chaudières composant l'appareil générateur éprouva une grave rupture, et laissa s'échapper dans le local de la machine la plus grande partie de la vapeur et de l'eau qu'elle renfermait.

Le mécanicien, qui tournait en ce moment le dos à la chaudière, fut atteint directement par le jet liquide; il lui resta toutefois assez de force pour se traîner encore sur le pont du bateau; mais il expira quelques heures après à l'hôpital de Neuville.

Trois chauffeurs se trouvaient en même temps que le mécanicien dans le local de la machine, et deux d'entre eux reçurent des blessures graves, dont l'un mourut peu de jours après.

Quant aux passagers qui se trouvaient en assez grand nombre sur le pont, et parmi lesquels s'était répandue une véritable panique, aucun ne reçut la moindre atteinte.

Cet accident eut lieu le 7 mai sur les deux heures après midi, mais l'ingénieur des mines du département du Rhône n'en eut connaissance que le lendemain par la voix publique, et il s'empressa d'aller visiter le bateau que l'on avait fait descen-

dre jusqu'au port de la Gare, à Vaise. Rien ne paraissait d'ailleurs avoir été changé à l'état de la chaudière, et les choses furent laissées dans le même état jusqu'à ce que la commission de surveillance des bateaux à vapeur du département du Rhône eut procédé à la visite du bateau le 12 mai 1844.

La machine du *Lavaret* fonctionnait à haute pression et sans condensation; elle sort des ateliers de MM. Gache et Guibert à Paris, et est à un seul cylindre de $0^m,41$ de diamètre intérieur et $0^m,52$ de course.

La vapeur était fournie par deux chaudières semblables, et qui sont fidèlement représentées dans le dessin joint au présent rapport (*Pl. fig.*).

Chacune d'elles est formée d'un tuyau cylindrique horizontal en tôle de fer, enveloppant un autre tuyau dans lequel se trouve compris le foyer, et qui est prolongé par onze tubes en cuivre, à travers lesquels la flamme se rend à la cheminée. Ces tubes sont eux-mêmes compris dans un deuxième tube extérieur faisant suite au premier tuyau.

Des réservoirs à vapeur cylindriques et à axe vertical sont fixés sur les tuyaux-enveloppes, à la partie antérieure de chaque chaudière, au-dessus du foyer.

L'ensemble des tuyaux cylindriques intérieurs a une longueur totale de $4^m,76$, et leurs diamètres intérieurs sont de $1^m,22$ à l'avant et $0^m,95$ à l'arrière. L'épaisseur de la tôle dont ils sont formés est de 8 millimètres.

Le tuyau ou coffre intérieur, dans lequel est établi le foyer, a une section toute particulière: sa forme est cylindrique jusqu'à une hauteur de

18 centimètres au-dessus de la grille, et le diamètre correspondant est de $1^m,06$; mais la partie supérieure a un rayon de courbure beaucoup plus considérable, et tel que la plus grande hauteur verticale du coffre ne dépasse pas $0^m,87$. Il en résulte que l'espace annulaire compris entre les deux tuyaux, et qui dans la partie basse n'a que $0^m,08$ de large, en a 0,34 à la partie haute.

Le coffre entier est d'ailleurs relié au tube enveloppant par des tirants en fer, munis d'écrous à leurs extrémités.

Les tubes en cuivre, au nombre de onze, qui font suite au coffre, ont $2^m,84$ de longueur et $0^m,125$ de diamètre.

L'épaisseur du métal est en outre de $0^m,008$.

Enfin les réservoirs de vapeur ont un diamètre extérieur de $0^m,62$ et une hauteur verticale de $0^m,72$.

On déduit de ces données que la capacité totale intérieure est de $2^m,68$ cubes pour chaque chaudière; et, comme le niveau habituel de l'eau devait se trouver à $0^m,07$ au-dessus du sommet de l'enveloppe, il suit que de la capacité précédente, $1^m,80$ ou les 2/3 environ devaient renfermer de l'eau et $0^m,88$, ou à peu près le tiers devait servir de réservoir de vapeur.

On ajoutera que les deux chaudières étaient mises en communication par un large tuyau, adapté par ses extrémités sur le haut des deux magasins de vapeur. Ce tuyau portait une soupape de sûreté, mais chaque magasin de vapeur était en outre pourvu de deux soupapes ayant une même destination.

Les chaudières avaient subi la pression d'épreuve prescrite par les règlements, lorsqu'elles

furent mises en navigation sur le haut Rhône, en 1843. Les propriétaires du bateau avaient demandé d'abord que la tension normale fût fixée à 4 atmosphères, mais l'épreuve correspondant à ce degré de tension *n'avait pu réussir*, et les chaudières n'avaient réellement été éprouvées et n'avaient dû être timbrées que pour une pression normale de 3 1/2 atmosphères.

Depuis lors ces chaudières déjà fatiguées et détériorées en plusieurs endroits, avaient subi des réparations importantes : ainsi le coffre de l'une avait été refait presque à neuf; dans l'autre un fer d'angle avait été placé pour assujettir plus solidement le magasin de vapeur au cylindre enveloppe; mais tous ces changements avaient eu lieu sans que l'épreuve légale ait été renouvelée.

Les poids que portaient les soupapes, lorsque le bateau a été visité au port de la gare, correspondaient pour quatre d'entre elles, placées sur les magasins de vapeur à une tension intérieure de 4 1/4 atmosphères; et pour la cinquième, placée sur le tuyau de communication, à une tension intérieure de 4 1/2 atmosphères; il y avait donc surcharge réelle, sans préjudice de celle que l'on a pu produire accidentellement dans le cours du voyage.

Un manomètre était adapté à l'appareil générateur; il était à air comprimé et d'une construction satisfaisante; mais la graduation était vicieuse, en ce sens qu'elle ne tenait pas compte de la pression atmosphérique, de telle sorte que lorsque le mercure indiquait 3 1/2 atmosphères, c'était en réalité 4 1/2 atmosphères qu'il aurait fallu lire. Or, d'après le témoignage de l'un des chauffeurs, le manomètre indiquait souvent 3 1/2 atmosphères,

laquelle indication se trouvait tout à fait en rapport avec la surcharge reconnue des soupapes.

Chaque chaudière était en outre pourvue de trois robinets, indicateurs du niveau de l'eau intérieure, placés à l'avant au-dessus du foyer et sur la plaque joignant l'enveloppe et le coffre : des tubés en cristal en bon état, et qui n'ont pas été fracturés lors de l'accident, servaient encore au même usage.

Enfin les pompes alimentaires au nombre de deux, une pour chaque chaudière, paraissent en bon état, et elles étaient susceptibles de fournir un volume beaucoup plus que suffisant pour l'alimentation.

Voici maintenant quel était l'état de l'appareil générateur après l'accident. La chaudière de tribord ne présentait aucune fuite ni altération de forme : la chaudière de babord avait seule été rompue.

Les circonstances de cette rupture sont fidèlement représentées sur le dessin, *Pl. X*, et l'on voit comment la surface au-dessus du coffre supérieur au foyer s'est écrasée et déformée sous l'action de la pression intérieure. A l'endroit de la plus grande déformation, l'écrou extérieur qui reliait au coffre l'un des tirants a été chassé. Le tirant placé dans une position symétrique a mieux résisté; mais la surface supérieure du cylindre enveloppant a été entraînée par la déformation du coffre, et une déchirure de plus de 3 décimètres de longueur s'est produite à la jonction du magasin de vapeur avec le corps de la chaudière. C'est par cette déchirure et par l'ouverture due à l'expulsion de l'écrou du tirant que se sont échappées la vapeur et l'eau bouillante.

Aucune autre avarie ou détérioration ne paraît avoir eu lieu.

Quelle a été maintenant la cause de cet écrasement de la chaudière? et faut-il faire intervenir, pour l'expliquer, la production instantanée d'une grande masse de vapeur déterminée par un trop grand abaissement du niveau de l'eau intérieure? Le fait d'un abaissement pareil a été fortement démenti par l'un des chauffeurs interrogés à cet égard. Ce témoignage est, en pareil cas, il est vrai, très-peu concluant; mais en l'absence de toute preuve et même de la moindre induction, une supposition de ce genre serait tout à fait gratuite, et l'accident s'explique d'autant mieux par la continuation d'une forte pression intérieure, que le mode de construction même et le mauvais état de la chaudière la rendaient moins propre à supporter une pareille pression. Ajoutons encore que l'arrêt du bateau au port de Neuville avait dû déterminer dans la chaudière une accumulation de vapeur d'autant plus grande et plus redoutable que, par une détestable pratique, à laquelle il importe de mettre fin, la vapeur, à laquelle on donnait issue par les soupapes, s'échappait dans la cheminée même, et produisait de la sorte, lors même que l'on ouvrait les portes du foyer, un tirage artificiel considérable.

Une circonstance très-grave encore, c'est que, pour diriger une machine placée dans de si mauvaises conditions, l'on avait fait choix d'un ouvrier peu exercé et qui n'avait encore rempli que les fonctions de chauffeur; non qu'aucun acte d'imprudence puisse dans le cas actuel être bien positivement imputé à ce malheureux ouvrier, qui a été la première victime de l'accident, mais un méca-

nicien plus exercé se serait tenu en continuelle défiance d'aussi mauvaises chaudières, et aurait pu vérifier par lui-même qu'il y avait surcharge des soupapes; puis enlevant cette surcharge et modérant à propos l'action du foyer, il aurait sans doute prévenu cette funeste rupture.

L'on serait ainsi conduit à assigner comme causes de l'accident :

1° La continuité d'une pression intérieure plus forte que ne le comportait l'épreuve légale dont la chaudière avait été l'objet;

2° Le mode de construction même de cet appareil;

3° Le mauvais état dans lequel se trouvaient plusieurs de ses parties;

4° L'emploi, comme ouvrier mécanicien, d'un ouvrier chauffeur qui n'avait pas assez d'expérience.

Le fait de la première cause se trouve bien établi par les charges que devaient, au maximum, supporter les soupapes lors de la rupture.

Quant au mode de construction même, il n'est pas besoin de rappeler que les tuyaux cylindriques sont bien moins susceptibles de résistance, pressés sur leur face concave, qu'ils ne le seraient pressés sur la surface convexe. Dans ce dernier cas, la surface garde sensiblement sa forme jusqu'au moment de la déchirure; mais dans le premier le métal peut céder et se déformer sous une pression moindre qu'il ne faudrait pour écraser les fibres comprimées. Or il suffira d'une faible déformation pour changer les conditions de résistance du tuyau et en déterminer l'écrasement complet et même la rupture.

Ajoutons que dans la chaudière du *Lavaret*

la tendance à la déformation et à l'écrasement était d'autant plus forte que la partie haute du coffre avait un rayon de courbure beaucoup plus grand que le reste du tuyau : aussi n'avait-elle pu être maintenue que par des tirants. Si maintenant l'un de ces tirants venait à manquer, l'écrasement devait s'en suivre, et c'est précisément ce qui est arrivé.

Enfin ce qui donnait encore plus de puissance aux deux causes de rupture signalées, c'était l'état peu satisfaisant dans lequel se trouvaient plusieurs parties de la chaudière, et notamment la partie du coffre située au-dessus du foyer. La tôle paraissait également altérée à la jonction du magasin de vapeur avec le coffre intérieur, où s'est précisément faite la principale déchirure, et l'on remarquait que le travail de jonction avait réduit en ce point l'épaisseur du métal à moins de 6 millimètres.

La faiblesse de cette partie avait d'ailleurs été déjà reconnue, car il y a dix mois encore, et lorsque le bateau faisait le service de Lyon à Aix en Savoie, l'on fit adapter un fer d'angle qui devait donner une plus grande solidité à la ligne de jonction des deux surfaces. Malheureusement le fer d'angle ne s'étendait que sur une partie de cette ligne, et la déchirure s'est produite dans la partie qui n'avait pas été l'objet d'une précaution semblable.

L'on doit maintenant regarder comme très-probable qu'une nouvelle épreuve par la pompe de pression aurait manifesté les défauts de la chaudière, et le nouvel accident montre combien est sage la disposition qui assujettit à des épreuves annuelles toutes les chaudières em-

ployées à la navigation qui seraient pourvues de foyers intérieurs.

Les chaudières du bateau *le Lavaret* devaient nécessairement subir une semblable et nouvelle épreuve, et elle eut été faite avant que, sortant d'un chômage de plusieurs mois, il reprit, suivant ses habitudes et conformément à son ancien permis de navigation, le service du Rhône en amont de Lyon; mais une nouvelle compagnie qui en avait fait l'acquisition s'avisa de le mettre en navigation sur la Saône, sans avoir fait aucune demande à cet égard, et c'est peu de jours après cette mise en navigation qu'arriva l'accident signalé.

Lyon, le 10 juin 1844.

L'ingénieur en chef, président de la commission,
Signé P.-R. CAILLOUX.

L'ingénieur des mines, secrétaire de la commission,
Signé G. PIGEON.

EXTRAIT

Du rapport de la commission de surveillance des bateaux à vapeur établie à Lyon, sur la rupture de la chaudière du bateau à vapeur le Zéphyr.

Un nouvel accident vient d'avoir lieu sur l'un des bateaux à vapeur qui naviguent sur la Saône, entre Lyon et Châlon.

Le bateau à vapeur *le Zéphyr*, appartenant à la compagnie *Bonnardel* frères et *Four*, parti de Châlon le 26 août dernier, venait de toucher au port dit de la Colonne, lorsque la tôle s'entr'ouvrit à l'avant de la chaudière, et livra passage à un abondant jet de vapeur et d'eau bouillante, qui atteignit dans leur cabine deux des chauffeurs et occasionna leur mort. Un autre chauffeur et le mécanicien se trouvaient un instant auparavant devant la chaudière même; mais voyant le métal se déformer sous l'action de la vapeur, et prévoyant sa rupture immédiate, ils s'empressèrent de monter sur le pont, et se dérobèrent ainsi à une mort certaine.

Les passagers étaient encore peu nombreux, et il se repandit parmi eux une véritable panique, mais un seul d'entre eux reçut quelques blessures, et l'on ignore quelle en sera la gravité (1).

Cet accident a été, de la part de la commission de surveillance de Châlon, l'objet d'une vi-

(1) Il est mort à l'hôpital.

site et d'une enquête spéciale, et le bateau n'est redescendu à Lyon que le 29 août dernier.

La commission de surveillance du département du Rhône s'est alors transportée à bord du bateau, afin de constater quelle était la nature de la rupture, et dans quel état se trouvaient les appareils de sûreté.

La machine du *Zéphyr* se compose de deux cylindres oscillants, de 46 centimètres de diamètre et de 1 mètre de course; elle fonctionne à haute pression, détente et condensation.

La vapeur est fournie par une chaudière unique, tubulaire et munie de deux foyers intérieurs. Le diamètre extérieur de la boîte à feu est de 1^{m},70 et la longueur de 2^{m},40. Les tubes sont au nombre de 33 : ils ont 12 centimètres de diamètre et 4^{m},80 de longueur.

Les deux foyers sont séparés l'un de l'autre par un espace rempli d'eau, compris entre deux faces planes, distantes de 78 millimètres au milieu de la hauteur et de 135 aux parties supérieures et inférieures.

La chaudière se termine en outre à l'avant par un fond plat percé de deux grandes ouvertures correspondantes aux foyers et à leurs cendriers.

C'est à la jonction de ce fond plat et de la partie concave, formant le cendrier du foyer de droite, que s'est produite la rupture, et elle paraît avoir été déterminée par la déformation de cette partie concave, sous l'action de la vapeur qui tendait à l'écraser, et agissait avec d'autant plus de prépondérance que cette surface intérieure n'était réunie par aucun tirant à l'enveloppe extérieure.

La fracture a porté sur le fer d'angle qui réunissait ces deux parties et qui s'est brisé en ouvrant

une fente irrégulièrement dirigée suivant l'arête de l'angle et les centres des trous de rivets dans la partie concave.

Quelle a été maintenant la cause de cette rupture? On ne saurait, en présence du témoignage formel du mécanicien et du chauffeur, faire intervenir ici la circonstance de la production instantanée d'une masse considérable de vapeur, déterminée par un trop grand abaissement du niveau de l'eau intérieure, et il doit être cette fois encore bien établi que ce nouvel accident est dû à la continuité d'une pression intérieure plus forte que ne le comportait le mode de construction de la chaudière.

Les charges qui nous ont été représentées comme pesant sur les soupapes de sûreté ne laissent aucun doute à cet égard.

Ces soupapes sont au nombre de trois. Deux d'entre elles ont un diamètre de 65 millimètres, et elles étaient chargées de poids de 14k,5 et 13 kil. placés aux extrémités de leviers dans lesquels le rapport des bras était de 5/39. L'autre soupape avait un diamètre de 105 millimètres, et elle était chargée d'un poids de 35 kilog. placé à l'extrémité d'un levier, dans lequel le rapport des bras était de 10/59. La tension correspondante à ces poids était au moins de 4 1/2 atmosphères pour les deux premières soupapes, et si l'on tenait compte du poids de la grande soupape et de celui du levier, l'on trouve que la charge répondait à une tension intérieure d'environ 4 atmosphères.

Telles sont les pressions minima que devait avoir la vapeur. Or, l'arrêté qui autorise la navigation de ce bateau, stipulait formellement que la pression intérieure ne dépasserait pas 3 atmo-

phères, et il était formellement mentionné dans l'un des articles que si l'on conservait les deux soupapes de 65 millimètres dont les leviers avaient des longueurs de bras dans le rapport de 5/39, les poids appliqués aux extrémités des leviers ne dépasseraient pas 7,80 kil.

Le fait d'une forte surcharge est ainsi bien manifeste, et elle était si bien préméditée, que l'un des poids placés à l'extrémité du levier avait été fortement augmenté par l'addition d'une rondelle en plomb pesant deux kilogrammes, et qui avait été clouée à sa partie inférieure.

Il importe de remarquer ici que de pareilles surcharges constituent la contravention la plus grave dont puissent se rendre coupables des compagnies de bateaux à vapeur. Une chaudière pourra bien, à diverses reprises et par rares intermittences, supporter des pressions extraordinaires pour lesquelles elle n'a pas été faite, mais pour peu que ce fait se produise fréquemment et d'une manière continue, la tendance du métal à se déformer et à se rompre deviendra prépondérante, et les plus terribles accidents viendront à se produire.

Dans le cas de la chaudière du *Zéphyr*, l'écrasement et la déformation de la surface concave intérieure était chose d'autant plus imminente, que du côté du foyer, où s'est produite la rupture, aucun tirant ne reliait entre elles la surface intérieure et l'enveloppe, et il y a d'autant plus lieu de regarder cette omission comme répréhensible, que des tirants avaient été placés précisément dans le but de prévenir, du côté de l'autre foyer, une déformation de ce genre.

Deux autres contraventions sont encore à si-

gnaler, savoir : la conservation d'un manomètre à air comprimé et la non-réduction des rebords des soupapes à la largeur maximum de 2 millimètres, lorsque l'arrêté d'autorisation stipulait formellement que les rebords auraient au plus cette largeur, et non pas 6 millimètres qu'on leur a laissés, et que le manomètre serait à air libre.

Lyon, le 5 septembre 1844.

L'ingénieur en chef, président de la commission,
Signé P.-R. CAILLOUX.

L'ingénieur des mines, secrétaire de la commission,
Signé G. PIGEON.

ANALYSE

De la Gréenovite ;

Par M. Achille DELESSE, aspirant-ingénieur des mines.

La gréenovite est un minéral trouvé à Saint-Marcel en Piémont par M. Bertrand de Lom, qui a été examiné par M. Dufrénoy, et dont l'analyse avait été faite par M. Cacarrié ; mais M. Cacarrié n'ayant eu à sa disposition qu'une petite quantité de matière, les résultats qu'il a obtenus pour la composition chimique du minéral sont très-inexacts, et ne lui ont pas permis de reconnaître que la gréenovite renferme une très-grande proportion de silice et de chaux.

M. Dufrénoy ayant bien voulu mettre à ma disposition un échantillon de la collection de l'École royale des mines, j'ai repris l'analyse de la gréenovite. Comme ses cristaux sont le plus souvent traversés par des filons de quartz qui forme aussi des lamelles interposées entre les faces de clivage, pour opérer sur des portions bien pures du minéral, j'ai eu soin de le calciner préalablement; on pouvait alors facilement distinguer les substances étrangères, et en le brisant en petits morceaux on en faisait un triage à la loupe : c'est sur de la gréenovite ainsi purifiée qu'ont été exécutés tous les essais.

J'ai trouvé pour la pesanteur spécifique, 3,483 ; ce nombre est intermédiaire entre celui donné par M. Dufrénoy, 3,44, et celui donné par M. Breithaupt, 3,527.

Essais au chalumeau.

Dans le tube fermé la gréenovite desséchée ne donne pas d'eau; mais elle perd sa couleur rouge de chair et elle devient d'un vert pistache.

Une esquille du minéral chauffée fortement entre des pinces de platine, fond avec un léger bouillonnement, et donne un émail d'une couleur sale.

Pulvérisée, la gréenovite se dissout, quoique assez difficilement, dans le *sel de phosphore*, et au feu de réduction on a une belle coloration violette, comme celle que donne l'oxyde de titane pur.

Avec le *borax* la dissolution se fait plus facilement qu'avec le sel de phosphore. Au feu de réduction très-soutenu, on a une couleur jaune clair, puis améthyste sombre. On sait, d'après M. Berzélius (voir Essais au chalumeau), que pour le sphène on ne peut obtenir cette réaction; toutefois, pour la gréenovite, en *flambant* ensuite la petite coupelle d'essai, je n'ai pas pu produire d'émail bleu, comme cela a lieu pour de l'oxyde de titane pur dissous dans du borax, et qu'on soumet au *flamber* après qu'il a donné la coloration due au feu de réduction.

Au feu d'*oxydation*, et avec un petit cristal de nitre, on a une couleur améthyste produite par le manganèse, et on peut voir par cet essai qu'il n'y en a pas beaucoup.

Avec le *carbonate de soude* sur une feuille de platine, on a sur les bords la coloration due au manganèse; sur le fil de platine la fusion se fait avec un léger bouillonnement; mais quelle que soit la quantité de carbonate de soude qu'on ajoute, il est impossible de dissoudre intégralement la gréenovite, et l'on a toujours de petits squelettes

blancs qui nagent dans la perle : comme l'oxyde de titane pur disparaît d'une manière complète dans une quantité suffisante de carbonate de soude, il est bien probable que cette propriété est due à la grande quantité de chaux qui se trouve dans le minéral.

Avec le *nitrate de cobalt* on a une coloration d'un noir sale.

Avant de faire l'analyse de la gréenovite, il était important de connaître quel était l'état d'oxydation du titane et du manganèse. Analyse qualitative.

Généralement le titane se trouve dans la nature à l'état d'acide titanique; cependant il résulte des derniers travaux de M. H. Rose, publiés dans la 5ᵉ livraison des Annales de Poggendorf de 1844, qu'il peut aussi exister à l'état d'oxyde bleu $\dddot{Ti}$, quoique ce dernier oxyde soit très-instable lorsqu'il est formé dans le laboratoire, puisqu'il décompose même l'eau pour passer à l'état d'acide titanique. Ainsi, d'après M. H. Rose, cet oxyde est celui qui entre dans la composition de l'ilmenite et de tous les fers titanés, dans lesquels il remplace une certaine quantité de peroxyde de fer, avec lequel il est isomorphe.

Pour rechercher quel était l'état d'oxydation du titane, j'ai en premier lieu maintenu pendant longtemps à une bonne température rouge, du minéral bien porphyrisé et préalablement desséché; il a pris une couleur vert pistache, mais il n'a pas été possible de constater une variation notable de poids. Si on observe que l'oxyde bleu du titane est très-avide d'oxygène, et que d'ailleurs l'ilmenite grillée à l'air augmente très-sensiblement de poids, quoique dans la gréenovite le titane soit combiné

avec la silice, ce qui n'a pas lieu dans l'ilmenite, on devra conclure de l'expérience qui précède que le titane se trouve à l'état d'acide titanique.

Le minéral a ensuite été placé dans un creuset de platine chauffé au rouge, comme celui qu'emploie M. Ebelmen pour le dosage du manganèse, et on a fait arriver dans l'intérieur un courant d'hydrogène.

On a reconnu qu'en laissant refroidir ainsi le minéral dans un courant d'hydrogène, il reprend sa couleur rose; il la perd de nouveau quand il est chauffé, même à l'abri du contact de l'air, dans un creuset renfermé lui-même dans deux autres creusets. On peut ainsi, en le soumettant successivement à l'action de l'hydrogène et en le calcinant ensuite, lui donner alternativement la couleur rouge de chair ou vert pistache, sans qu'il soit possible de constater autre chose que des variations de poids insignifiantes. On serait tenté de comparer ces changements de couleur à ceux que présente le soufre lorsqu'il est plus ou moins chauffé; cependant, comme la réduction par l'hydrogène donne la couleur rouge de chair, ils doivent tenir au degré d'oxydation du *manganèse*, qui serait alors ramené à l'état de protoxyde.

En admettant que tout l'oxyde de manganèse eût été transformé en oxyde rouge, on aurait dû observer une variation de poids de 0g,003; or, celles qu'on a constatées n'atteignaient pas 1 milligramme, par conséquent le changement d'oxydation du manganèse par l'effet du grillage ne l'avait pas fait monter à l'état d'oxyde rouge, ou bien il ne devrait être que partiel, et avait eu lieu seulement à la surface de la gréenovite. Quoi qu'il en soit, il résulte de l'action de l'hydrogène sur

la gréenovite, que la coloration rose est due au protoxyde de manganèse : cela est conforme, du reste, à ce qu'on observe sur les silicates de protoxyde de manganèse qu'on trouve dans la nature; tant que le métal reste à l'état de protoxyde, ils sont roses; mais quand par suite de l'action de l'air ils passent à un état d'oxydation plus élevé, ce qui a lieu d'abord à la partie extérieure, ils deviennent brun noirâtre.

Pour faire l'analyse de la gréenovite, j'ai cherché d'abord à la dissoudre dans les acides : après l'avoir porphyrisée à l'eau de manière à la rendre aussi fine que possible, je l'ai traitée par de l'acide hydrochlorique concentré, en aidant l'action de l'acide par une chaleur très-modérée, comme on le fait pour l'ilmenite; on parvient bien de cette manière à attaquer environ un quart du minéral, mais il paraît impossible de le décomposer complétement, même en renouvelant l'acide et en le laissant agir pendant plusieurs jours. Avec l'acide sulfurique on n'obtient pas un meilleur résultat.

J'ai donc eu recours aux carbonates alcalins en fondant la matière avec cinq fois son poids de carbonate de potasse ou de soude, et en chauffant à une température aussi élevée qu'on en peut obtenir dans un fourneau ordinaire de calcination; mais j'ai reconnu, en reprenant ensuite par un acide, que le minéral n'avait jamais été attaqué d'une manière complète, et qu'à une première opération on ne dissolvait que 12 ou au plus 14 p. o/o de chaux. Avec le carbonate de potasse qui, dans cette circonstance, paraît être plus énergique que celui de soude, il a fallu recommencer l'opération jusqu'à quatre fois pour arriver à une entière décomposition.

Le réactif le plus commode pour attaquer la gréenovite, et qui permet d'exécuter le plus facilement son analyse, est le sulfate acide de potasse; c'est aussi celui qui a été employé.

L'analyse qualitative a fait connaître que la gréenovite renferme de la silice, du titane, du manganèse, une trace de fer et de la chaux.

Comme on peut former facilement dans le laboratoire des combinaisons bien définies de fluor et de titane avec les bases, et que d'ailleurs ces deux corps sont quelquefois associés daus le règne minéral, il n'était pas inutile de rechercher le fluor; c'est ce qui a été fait par le procédé de M. Berzélius, et au moyen d'une attaque par le carbonate alcalin; mais il m'a été impossible d'en reconnaître dans la gréenovite.

Analyse quantitative.

Pour exécuter l'*analyse quantitative*, la gréenovite a été fondue avec cinq ou six fois son poids de sulfate acide de potasse; en reprenant par l'eau froide, il restait la silice qui se dissolvait intégralement dans la potasse quand l'attaque avait été bien faite, et qu'on essayait d'ailleurs au chalumeau pour voir si elle contenait de l'oxyde de titane.

Dans la liqueur filtrée on versait de l'ammoniaque ou de l'hydrosulfate d'ammoniaque pour précipiter le titane et le manganèse.

Quand on employait de l'ammoniaque pure, comme cela a eu lieu dans la première analyse, l'oxyde de titane qui avait une teinte légèrement rosée entraînait toujours avec lui *tout le manganèse;* car en ajoutant ensuite de l'hydrosulfate, on n'obtenait plus de précipité. De plus, lors même que l'ammoniaque était parfaitement exempte de carbonate d'ammoniaque, le précipité d'oxyde de

titane retenait avec lui un peu de chaux; c'est ce que j'ai constaté en redissolvant ce précipité dans l'acide sulfurique, et en traitant de nouveau par l'ammoniaque, puis par l'oxalate d'ammoniaque, il se formait encore un petit précipité d'oxalate de chaux qui était ajouté à celui de la liqueur mère. Cette chaux avait donc été entraînée par l'acide titanique comme la magnésie l'est par l'alumine dans des circonstances analogues.

Pour séparer le titane du manganèse, on a eu recours au procédé de M. H. Rose, qui consiste à mettre de l'acide tartrique dans la dissolution qui contient les deux oxydes, et à précipiter le manganèse à l'état de sulfure; ce sulfure était redissous, et enfin le manganèse était précipité par le carbonate de potasse; ensuite on calculait la quantité de protoxyde de manganèse correspondant à l'oxyde rouge recueilli.

Quant à l'oxyde de titane, il était recherché dans la dissolution tartrique.

La chaux se dosait par l'oxalate d'ammoniaque après qu'on avait détruit l'hydrosulfate d'ammoniaque de l'eau mère, lorsque cela était nécessaire; on pesait le carbonate obtenu, et pour avoir une vérification on le transformait en sulfate.

Comme la série des opérations qui précèdent exige un grand nombre de lavages très-longs, à cause de la présence d'un excès de sulfate alcalin, on ne peut guère opérer que sur une petite quantité du minéral. La première analyse a été faite sur 0,7, la deuxième sur 1,3.

On doit faire en sorte, quand on sépare la silice, que le lavage ne dure pas beaucoup plus d'un jour, car au bout de ce temps la dissolution qui

contient le titane commence à se troubler, et de l'oxyde de titane se mêle à la silice.

Quand on a précipité l'oxyde de titane et le manganèse par l'ammoniaque, il est bon de chasser l'excès d'alcali en chauffant légèrement, car autrement l'eau mère retient encore une petite proportion d'oxyde de titane; en tout cas, comme les liqueurs sont très-étendues, il convient de réunir toutes celles provenant des opérations précédentes et de les évaporer à sec, car ordinairement on obtient encore une petite quantité d'oxyde de titane.

En prenant toutes les précautions qui viennent d'être indiquées, l'analyse a donné les résultats suivants :

I.

			Oxygène.
Silice.	0,298		0,1548
Oxyde de titane.	0,430		0,1707
Protoxyde de manganèse.	0,029	0,0065	0,0728
Protoxyde de fer.	trace	»	
Chaux.	0,236	0,0663	
	0,993		

II.

			Oxygène.	Rapport.
Silice.	0,304		0,1579	2
Oxyde de titane.	0,420		0,1668	2
Protoxyde de manganèse.	0,038	0,0085	0,0,768	1
Protoxyde de fer.	trace	»		
Chaux.	0,243	0,0683		
	1,005			

La silice a en outre été dosée dans trois essais préliminaires, et on a trouvé :

Silice. . . .	0,305	0,310	0,297

La constance de ces résultats montre d'abord

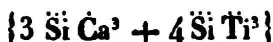
que la silice n'entre pas dans la gréenovite à l'état de mélange, mais bien à l'état de combinaison. On voit en outre qu'on peut admettre pour moyenne de la teneur en silice le nombre 0,3028. . .

Si on fait la somme de l'oxygène des bases à 1 atome qui sont la chaux et le protoxyde de manganèse, et qu'on les compare aux quantités d'oxygène contenues dans la silice et dans l'oxyde de titane, on trouve que les résultats des analyses précédentes se laisseraient à peu près représenter par les formules :



$$\{2\ \ddot{S}i\ \dot{R}^3 + \ddot{T}i^2\ \dot{R}\} + 3\ \ddot{S}i\ \ddot{T}i^2$$

ou par



$$\{3\ \ddot{S}i\ \dot{C}a^3 + 4\ \ddot{S}i\ \ddot{T}i^3\}$$

Elles donnent en effet :

1re formule.	Silice.	30,06
	Oxyde de titane. .	42,97
	Chaux.	26,42
2e formule.	Silice.	30,33
	Oxyde de titane. .	45,62
	Chaux.	24,05

Mais ces formules ne reproduisent pas mieux les résultats de l'analyse que celle que nous allons proposer ; par conséquent, comme elles ont l'inconvénient d'être compliquées, il convient de les rejeter.

Observons maintenant qu'il y a perte assez notable sur la première analyse ; si on admet qu'elle ait eu lieu sur la chaux et sur le manganèse, ce qui doit être d'après la multiplicité des opérations qu'il faut faire pour obtenir ces deux bases et surtout la chaux, on devra accorder plus de confiance aux résultats de la deuxième analyse qui ont été faits

d'ailleurs sur une plus grande quantité de gréenovite.

D'après cette analyse, on aurait pour les rapports entre les quantités d'oxygène des bases à un atome, de l'oxyde de titane et de la silice, les nombres :: 10 : 21 : 20; mais si on remarque que la silice ayant été déterminée avec beaucoup de précision, il ne peut rester d'incertitude à son égard, et qu'il résulte de divers essais que la chaux et le manganèse ont une somme qui n'est pas inférieure à celle qui est donnée par la deuxième analyse; si on observe enfin qu'il n'est guère possible de répondre d'une unité sur le deuxième chiffre du rapport pour le titane; car, comme il a un poids atomique considérable, de petites erreurs d'analyse peuvent ensuite dans le calcul du rapport donner des différences notables, on devra en conclure que la petite augmentation de poids de la deuxième expérience tient à un léger excès dans la quantité de titane qui a été trouvée, et par conséquent il faut admettre pour les rapports d'oxygène les nombres :: 1 : 2 : 2.

En considérant l'oxyde de titane comme jouant le rôle de base aussi bien que la chaux, on voit donc que l'oxygène de la silice sera à celui des bases dans le rapport très-simple :: 2 : 3.

Par conséquent la formule de la gréenovite sera $S^2 T^2 R$, ou bien :



Si on calcule les proportions de silice, d'oxyde de titane et de chaux qui lui correspondent, on trouve :

	Atomes.		
Silice.	2	1154,96	30,86
Oxyde de titane.	2	1520,07	40,60
Chaux.	3	1068,06	28,54
		3743,09	100,00

On voit que ces résultats ne diffèrent pas notablement de ceux qui ont été obtenus directement dans la deuxième analyse, car il faut observer qu'on a été obligé de remplacer le manganèse par de la chaux.

Nous ferons remarquer que cette formule à laquelle nous avons été conduits est du reste celle que M. H. Rose vient de proposer pour le sphène, (voir Rammelsberg, 1er supplément). Jusqu'à présent M. H. Rose n'a pas publié les analyses d'après lesquelles il a adopté cette formule, mais il est probable que leur comparaison avec les analyses qui précèdent viendra confirmer les résultats qui ont été obtenus : la gréenovite est donc *un silicate de titane, de chaux et de manganèse, ayant la même loi de composition chimique que la variété de sphène analysée par M. H. Rose.*

Si on veut tenir compte de la proportion de manganèse qu'elle renferme à Saint-Marcel, on trouve que pour 9 atomes du sphène à base de chaux, elle contient 1 atome de sphène à base de manganèse dont la formule serait :



$$Si\,Ti^3 + Si\,Mn^3$$

La densité s'accorde du reste avec le résultat que nous venons d'obtenir par l'analyse chimique ; car la densité du sphène est comprise entre 3,4 et 3,6 d'après M. de Kobell, et jusqu'à présent on a trouvé pour la gréenovite 3,44, 3,483, 3,527.

M. Breithaupt, qui admet plusieurs variétés

de sphène, après avoir examiné des cristaux de gréenovite, les a rapprochés de l'une de ces variétés qui est jaune feuilletée, qu'on trouve à Pfitzschthale en Tyrol, ou même à Uzerche dans la Corrèze. Des échantillons de sphène rapporté de Malsjo par M. Daubrée lors de son dernier voyage en Suède sont du reste parfaitement semblables à un cristal de gréenovite de Saint-Marcel de la collection de M. Damour.

D'après ce qui précède, on voit que l'espèce minérale qu'on désigne sous le nom de *sphène*, et qui est très-commune, peut avoir des bases différentes suivant les circonstances dans lesquelles elle s'est formée; la *gréenovite* en particulier ne serait qu'un *sphène manganésifère* : elle formerait une variété analogue à celle que présentent l'épidote, le pyroxène, le grenat et en général tous les minéraux qui se rencontrent fréquemment dans la nature.

NOTICE

Sur les différents modes de transport employés dans l'intérieur des mines.

Par M. J. CALLON, ingénieur des mines

Le transport de la houille ou du minerai, depuis le chantier jusqu'au bas du puits d'extraction, s'exécute dans les mines par un grand nombre de procédés distincts, dont la description a été le sujet de plusieurs mémoires insérés, à différentes époques, dans les *Annales des Mines*.

L'objet de cette notice est de résumer les données renfermées dans ces mémoires, afin de les comparer soit entre elles, soit avec un assez grand nombre d'observations inédites. De cette comparaison ressortiront quelques conséquences qui ne paraissent pas sans intérêt.

§ 1er. *Des différents modes de transport intérieur.*

Le transport intérieur peut se faire, soit horizontalement, soit dans des galeries diversement inclinées. Mais, dans tous les cas, il convient de n'avoir égard qu'à la distance parcourue par le minerai, et de faire abstraction de la hauteur dont ce minerai aura pu en même temps monter ou descendre. Dès lors, l'effet utile d'un moteur employé à ce transport s'estimera en multipliant le poids transporté par la distance parcourue.

Nous considérerons successivement :

A. Le transport sur le sol des galeries;

B. Le transport sur des voies perfectionnées de roulage (chemins de fer ou de bois);

C. Le transport par galeries navigables.

A. *Transport sur le sol des galeries.* — L'homme est employé sur le sol des galeries comme porteur, traîneur et brouetteur. Ces modes de transport, usités dans les mines du département de la Loire, ont été décrits par M. Gervoy avec tous les détails nécessaires (*Annales des Mines*, 3e série, tome X, page 407). On se bornera donc à rappeler les chiffres de ce mémoire, en les modifiant toutefois légèrement d'après d'autres observations, et en renvoyant au mémoire lui-même pour tous les détails.

Portage à dos. Le portage à dos est un système qui disparaît de jour en jour, à mesure que les travaux intérieurs sont conduits avec plus de régularité.

La charge varie de 40 à 70 kil.; la plus ordinaire est de 50 à 60 kil.

L'espace parcouru en charge va jusqu'à 6.000 mètres; la moyenne est environ 4.500.

D'où effet utile moyen $55 \times 4.500 = 247.500$ kil. transportés à un mètre.

Le portage à dos n'a lieu que sur de petites distances en général inférieures à 100 mètres.

Traînage sur le sol des galeries. Le traînage sur le sol des galeries est encore fort répandu en France. Tantôt il se fait dans des bennes ou cuveaux pesant vides 30 à 35 kil., tantôt dans de légers paniers en osier. Ces bennes et ces paniers glissent sur le sol au moyen de deux patins ferrés. La charge habituelle est un hectolitre et demi de houille, soit 120 kil.; elle varie de 110 à 150 kil. suivant l'état des chemins.

L'espace parcouru en charge est d'environ 6.000 mètres.

D'où effet utile 120 × 6.000 = 720.000 kil. à 1 mètre.

Ce chiffre peut être notablement dépassé, lorsque, avec des chemins en bon état, on fera travailler les ouvriers à l'entreprise et non à la tâche. Il suppose d'ailleurs des galeries d'au moins $1^{m},40$ afin que des jeunes gens de 16 à 18 ans puissent y travailler sans trop de gêne.

Autrement on remplacerait ces jeunes gens par des enfants qui produiraient le résultat suivant :

Charge, à peu près une demi-benne, soit . 70 kil.
Espace parcouru en charge. . . . . 3.200 mèt.
Effet utile 70 × 3.200 = 224.000 kil. à 1 mètre.

Le traînage se fait sur des distances plus considérables que le portage à dos; on va à 150, 200 mètres et plus.

Le brouettage se fait, non pas précisément sur le sol des galeries, mais plus souvent sur des lignes de planches. Brouettage.

En général, le brouetteur ne parcourt pas toute la distance depuis le chantier jusqu'au puits. Cette distance est habituellement divisée en relais de 20 à 30 mètres.

Charge de la brouette, environ. . . . . 80 kil.
Espace parcouru en charge. . . . . 8.600 mèt.
Effet utile 80 × 8.600 = 688.000 kil. à 1 mètre.

Ce résultat est peu différent de celui du traînage, qui d'ailleurs a, dans les mines de houille, l'avantage de causer moins de déchet sur le gros charbon. Camionage.

La charge est plus forte dans le traînage et la vitesse plus grande dans le brouettage. Ce dernier système pourrait donc être le plus économique, si l'on modifiait la construction de la brouette de manière à pouvoir augmenter notablement la

charge sans être obligé de réduire la vitesse dans le même rapport. Pour cela, il suffit de faire porter la plus grande partie de la charge sur l'essieu, de manière que le bras de l'homme n'ait plus d'effort à faire que pour pousser en avant. Ce résultat s'obtient en remplaçant la brouette par une sorte de petit camion à deux roues dont l'essieu est à peu près sous le centre de gravité de la charge.

Ce système, appliqué dans une mine des environs de Saint-Étienne, a donné les résultats suivants :

Charge. . . . . 160 kil.
Espace parcouru en charge. . . . . 6.000 mèt.
Travail utile $160 \times 6.000 = 960.000$ kil. à 1 mèt.

Emploi des chevaux.

Dans un grand nombre de mines, surtout en France, les chevaux sont employés au traînage. L'effet utile qu'ils produisent est plus variable que celui des hommes parce qu'il est beaucoup plus influencé par l'état du sol des galeries, la température, la bonté de l'aérage, etc.

Ces deux derniers éléments surtout ont une influence considérable. Dans des mines trop chaudes et mal aérées, les chevaux se ruinent avec une telle rapidité, qu'on peut être dans la nécessité de renoncer à leur emploi, les autres circonstances étant d'ailleurs favorables.

1° Pour des mines mal aérées et des chemins en mauvais état, on admettra les chiffres suivants :

Charge, environ. . . 200 kil.
Espace parcouru. . . 5.300 mèt.
Effet utile $200 \times 5.300 = 1.060.000$ kil. à 1 mèt.

2° Dans des circonstances plus favorables, on peut admettre :

Charge. . . . . 250 kil.
Espace parcouru. . . . 7.000 mèt.
Effet utile 250×7.000=1.750.000 kil. à 1 mèt.

3° Il semble convenable, dans des chemins bien tenus et avec de grands chevaux, d'augmenter très-notablement la charge, sauf à réduire un peu la vitesse, et l'expérience indique qu'on peut alors obtenir les résultats suivants, lorsque les distances sont assez considérables:

Charge. . . . . 500 kil.
Espace parcouru. . . . . 5.000 mèt.
Travail utile 500 × 5.000 =2.500.000 kil. à 1 mèt.

Les chevaux s'emploient pour d'assez grandes distances, 150 mètres au moins, plus souvent 300, 500 et plus.

Les quantités d'effet utile indiquées ci-dessus devraient subir une notable réduction, si les distances devenaient très-petites. Car, à chaque voyage, il y a inévitablement un certain temps perdu, soit au point de chargement, soit au bas du puits; et la perte totale qui en résulte est d'autant plus grande qu'il y a plus de voyages ou que la distance est plus courte.

B. *Transport sur des voies de roulage.*— Les voies de roulage établies dans l'intérieur des mines sont de construction très-variée. On emploie pour les rails le bois, la fonte ou le fer laminé, et ces rails sont, ou bien à *ornières creuses*, ou bien à *ornières saillantes*. Sans entrer dans les détails de construction de toutes ces variétés, on peut admettre que le système à préférer est celui des rails saillants en fer laminé. En effet, les rails saillants sont d'abord préférables aux rails à ornières creuses comme étant toujours beaucoup plus propres; ensuite les rails en fer sont préféra- (Choix du système de voie.)

bles à ceux en bois comme plus faciles à poser et plus roulants, et à ceux en fonte par les mêmes raisons auxquelles s'ajoute la raison d'économie; car souvent les rails en fonte seront plus chers que les rails en fer, à cause du poids plus considérable qu'il faut donner aux premiers pour diminuer les chances de rupture.

Toutefois, les eaux d'une mine pourraient être tellement corrosives que le fer s'y trouverait rapidement détruit par oxydation, et qu'on serait ainsi ramené à l'emploi des chemins de bois.

Chemins en fer laminé.

Les rails en fer forgé s'établissent sur des traverses en pin ou en chêne distantes de $0^m,66$ à 1^m. Ils sont engagés dsns des rainures et fixés par des coins placés habituellement en dedans de la voie.

Les dimensions des rails sont en rapport avec le poids des chariots. Il vaut mieux des rails un peu forts que des rails trop faibles, car les flexions qu'ils subissent, ou dans le sens horizontal, ou dans le sens vertical, ont, dans la pratique, de nombreux inconvénients. On peut admettre comme assez convenables les nombres contenus dans le tableau suivant, toutefois il vaudra mieux se tenir au-dessus qu'au-dessous, surtout pour les rails les plus faibles :

Poids du chariot chargé.	Hauteur du rail.	Épaisseur.	Poids du rail par mèt. courant.	Poids du fer par mètre courant de voie.
kil.	m.	m.	kil.	kil.
300	0,040	0,010	3,11	6,22
500	0,050	0,010	3,89	7,78
700	0,055	0,012	4,67	9,34
900	0,060	0,015	7.00	14,00
1.200	0,070	0,015	7,82	15,64
1.400	0,070	0,018	9,81	19,62

La construction des chariots n'offre pas moins de variété que celle des chemins; on peut les rattacher à trois formes principales :

1° Les chariots que l'on vide au bas du puits en enlevant une cloison ou en les faisant basculer. Différents systèmes de chariots.

2° Ceux qui après avoir circulé dans les galeries sont élevés par le puits jusqu'au jour.

3° Ceux qui reçoivent sur un tablier des bennes ou des corbeilles qui sont seules élevées au jour. Ce sont les *chars à bennes*.

Le premier système est fréquemment employé dans les mines métalliques. Ces waggons ont tantôt la forme de grandes brouettes à deux roues, tantôt celle de waggons de terrassement que l'on vide en faisant basculer la caisse; tantôt enfin, quand ils sont de moindre dimension, on fait basculer à la fois la caisse et le train. Pour la houille ce système présente l'inconvénient d'un transbordement au bas du puits; on ne devra donc l'employer en général que quand les dimensions des galeries ne permettront l'emploi ni de chars à bennes ni de waggons assez grands pour être élevés dans le puits. Chariots se vidant à la recette.

Les waggons qui sont élevés au jour évitent ce transbordement, et sous ce rapport ils forment un système bien préférable; aussi commencent-ils à se répandre dans les mines de la Loire. Ce sont des bennes elliptiques ordinaires de 3 à 4 hectolitres, montées sur une paire d'essieux. Les roues de $0^{m},18$ à $0^{m},20$ de rayon sont placées sous la benne; celle-ci peut donc être extraite au jour sans que le puits ait besoin d'être divisé en compartiments, ainsi qu'il le faudrait avec des waggons de forme ordinaire. Les rebords des roues ont à peu près la même largeur que les jantes; ce Chariots servant à l'extraction.

qui permet aux bennes de circuler même hors de la voie, et facilite beaucoup le travail des receveurs au jour et des enchaîneurs.

Le devis d'une benne à roulettes est approximativement le suivant :

	fr.
Valeur du bois.	13,00
2 patins ou chevrons.	2,00
4 roues en fonte tournées sur la jante et sur le rebord, 42 kil. à 50 fr. les 100 kil.	21,00
2 essieux, 20 kil. à 70 francs les 100 kil. . . .	14,00
Tournage des essieux.	2,00
Coussinets et boulons, 10 kil. à 1 fr.	10,00
Ferrures diverses, 34 kil. à 70 francs les 100 k.	23,80
Façon et ferrage.	6,00
Total.	91,80

Chars à bennes. Les chars à bennes constituent un excellent système pour le transport de la houille. Aux avantages de former un matériel peu coûteux et d'éviter le déchet qui résulte des transbordements, ils joignent celui de faciliter beaucoup le chargement, puisque la benne peut être traînée successivement sur les différents points de la taille, tandis que le waggon doit en général rester sur la voie. En outre, cette benne peut être traînée dans des portions de galeries, à pentes trop grandes ou trop variables pour l'établissement d'un chemin de fer, conduite ainsi jusqu'au point où stationne le char, et chargée très-facilement en l'élevant, au moyen d'une petite rampe en remblai, à la hauteur du tablier. On peut, si l'on veut, la faire passer par le même moyen, d'un petit chariot circulant dans une voie secondaire sur un chariot plus grand circulant dans la voie principale. Ce système en un mot se prête à toutes les circonstances et dispense mieux que

tout autre des remaniements qui outre les frais de main-d'œuvre occasionnent toujours tant de déchet sur le gros. Le seul inconvénient qu'on puisse lui reprocher est une certaine augmentation du *poids mort* relativement au *poids utile* transporté; mais cet inconvénient est racheté par la facilité particulière que les chars à bennes présentent pour l'emploi des chevaux. On conçoit combien il est plus facile de diriger un convoi formé de quelques grands chars à bennes, qu'un autre formé d'une série de petits waggons, et combien on évite par ce système l'encombrement à la place d'accrochage.

Le devis d'un de ces chars peut s'établir à peu près de la manière suivante :

	fr.
2 sommiers de 2^m,30 à 2^m,80 de longueur environ.	10,00
Plateaux de 0,04 pour le tablier.	5,50
4 roues tournées à la jante, 70 k. à 45 fr. les 100 k.	31,50
2 essieux, 20 kil. à 70 francs les 100 kil. . . .	14,00
Tournage des essieux	2,00
Coussinets et boulons.	12,00
Façon et ferrures.	18,00
Total.	93,00

Un semblable char pèserait au moins 170 kil. et recevrait 5 bennes d'un hectolitre et demi.

Le poids serait donc en charge :

Chariot.	170 kil.
5 bennes de 30 kil. . .	150
5 charges de 120 kil. .	600
Total. . .	920

Si l'on ajoutait une traverse pour atteler le cheval, un frein, quatre essieux pour faciliter le passage des courbes, des chaînes pour empêcher le renversement des bennes, le devis pourrait monter à 150 fr. et au delà.

Pente à donner à un chemin de fer.

La pente que l'on doit chercher à donner à un chemin de fer intérieur varie entre des limites assez étroites. On peut admettre que les chars commencent à descendre seuls sur une pente de $0^m,01$ à $0^m,12$ par mètre; c'est-à-dire que la résistance est au moins le centième du poids. C'est beaucoup plus que dans un grand chemin de fer, et cela se conçoit, car, en général, un chemin de mine est posé avec moins de précision et tenu moins propre qu'un chemin de grande circulation, et surtout les roues des waggons y sont plus petites relativement au diamètre des essieux.

Les chars étant menés par des hommes, l'effet utile maximum a lieu quand la pente est établie de manière que les waggons pleins descendent seuls. Le rouleur monte alors derrière son waggon et règle, s'il y a lieu, la vitesse avec un frein. Son travail consiste principalement à remonter le waggon vide.

Pour des chevaux, la pente normale est celle qui donne la même résistance à la remonte du waggon vide et à la descente du waggon plein. D'après le rapport assez habituel de 1 à 3 qui a lieu entre le poids du waggon vide et celui du waggon plein, on démontre facilement que la pente d'égale résistance est environ moitié de celle sur laquelle les waggons commencent à descendre seuls (1).

(1) Voici le calcul : soit P le poids de la caisse, P' celui des roues, P'' le poids de la charge, $f = 0,01$ environ, le coefficient représentant le rapport de la traction au poids qui charge les essieux, i l'inclinaison de la voie. La condition d'égale résistance donne l'équation :

$$f(P+P'') - (P+P'+P'')\sin i = fP + (P+P')\sin i,$$

d'où $\sin i = f\dfrac{P''+2(P+P')}{P''}$, et comme on a à peu près

$P'' = 2(P+P')$, on conclut $\sin i = \dfrac{f}{2} = 0,005.$

Ainsi pour un chemin desservi par des hommes on adoptera volontiers la pente de $0^m,01$ ou un peu plus, et celle d'environ $0^m,005$ pour un chemin desservi par des chevaux.

Ces pentes devraient être fortement réduites, si un transport avait lieu en remontant, comme cela pourrait être le cas dans une exploitation par remblais. Il faudrait, dans ce cas, une voie horizontale ou tout au plus une pente très-légère pour faciliter l'écoulement de l'eau.

Un point non moins important que le taux de la pente, c'est l'uniformité de cette pente. En effet, par cela même que la résistance due au frottement est très-faible, l'action de la gravité influe d'une manière très-sensible sur la valeur de la résistance totale. Aussi sur un chemin présentant un profil ondulé, faut-il à chaque instant rompre la charge, employer des ouvriers ou des chevaux de renfort, dételer le cheval pour l'atteler par derrière et le faire agir en retenant; ou bien régler la charge pour tout le trajet comme elle doit l'être dans les passages les plus difficiles.

Ainsi, lorsque l'on creuse une longue galerie au rocher pour y établir une voie de fer, le taux et la régularité de la pente doivent être pris en grande considération. Il en est de même pour une voie de fond dans une couche; il vaut mieux la contourner pour suivre les inflexions de la ligne de direction, que de la tracer plus droite en plan, mais avec un profil plus ondulé.

D'après ce qui précède, on conçoit combien doit être variable l'effet utile des hommes et des chevaux dans le transport par chemins de fer. Des circonstances qu'au premier abord on pourrait regarder comme insignifiantes, telles qu'une varia-

tion de quelques millimètres dans l'inclinaison, peuvent avoir une très-grande influence.

Nous classerons comme suit les résultats d'un assez grand nombre d'observations, recueillies dans diverses mines de France, de Belgique et d'Allemagne.

Travail des hommes.

1° Chemin de fer à pente suffisante pour la descente spontanée des waggons pleins.

Pour le cas de grandes distances (800 mètres et plus), on peut admettre les données suivantes :

Charge. . . . . 500 kil.
Espace parcouru en charge. . . . 16.800 mèt.
Effet utile d'un rouleur 500×16.800=8.400.000k. à 1 m.

2° Chemins de fer à différents états d'entretien et à pente insuffisante pour la descente spontanée des waggons.

Les distances et les charges généralement moindres que dans le cas précédent.

Charge moyenne 400 kil., 450 kil. et plus.
Espace parcouru. . . . 7.800 mèt.
Effet utile moyen 400×7.800=3.120.000 kil. à 1 m.

Ce chiffre est la moyenne de sept observations dont le minimum est 1.800.000 et le maximum 5.000.000. En mettant quelque soin dans l'organisation du service, on peut espérer dépasser la moyenne et se rapprocher beaucoup du maximum.

3° Chemins de fer de petite dimension, galeries étroites telles que celles des mines du département du Nord.

Le transport est exécuté par des jeunes gens de 12 à 16 ans que l'on nomme *hercheurs* ou *escloueurs*. L'effet utile est beaucoup moindre que dans les cas précédents.

On compte un rouleur pour transporter 455 hectolitres à une distance de 30 mètres.

Chaque hectolitre étant évalué à 80 kil., l'effet utile est de 455 × 80 × 30 = 1.092.000 kil. à 1 m.

La charge est d'environ. . . 140 kil.
L'espace parcouru. . . . . 7.800 mèt.

On travaille par relais de 30 mètres; chaque rouleur fait donc dans sa tâche 260 voyages.

Un bon rouleur peut faire dans sa journée une tâche et un quart, même une tâche et demie, soit 1.365.000 à 1.638.000 kil. à 1 mètre.

Sur des voies assez inclinées pour nécessiter l'enrayage, la distance de 30 mètres est réduite à 25 et même à 20, parce que le travail même à la descente est plus pénible que sur niveau.

Travail des chevaux.

1° Chemins de fer ayant au moins 1.000 à 1.200 mètres de longueur, et une pente bien réglée pour obtenir l'égalité de traction à la remonte et à la descente.

La charge peut aller à. . 4.000 kil.
Espace parcouru. . . . . 11.000 mèt.
Effet utile d'un cheval 4.000 × 11.000 = 44.000.000 k. à 1m.

Avec des distances plus grandes, on peut encore dépasser ce chiffre, et atteindre facilement au delà de 60.000.000 kil. à 1 mètre.

2° Chemins de fer de moindre dimension, galeries plus étroites, charge et distance moindres :

Charge. . . . . 2.200 kil.
Espace parcouru. . . . 15.000 mèt.
Effet utile 2.200 × 15.000 = 33.000.000 kil. à 1 m.

3° Chemins de dimension encore moindre que les précédents. Distance réduite à 500 ou 600 mètres au plus.

Charge. . . . . 1.400 kil.
Espace parcouru. . . . . . . 13.600 mèt.
Effet utile 1.400 × 13.600 = 19.040.000 kil. à 1 mèt.

4° Chemins à voie étroite et mal tenus. Mines chaudes et mal aérées. Distance de 400 à 500 mètres au plus.

Charge. . . . . 1.100 kil.
Espace parcouru en charge. 9.500 mèt.
Effet utile 10.450,000 kil. à 1 mèt.

On voit, d'après les quatre résultats ci-dessus, que l'élément le moins variable est l'espace parcouru dans la journée, tandis que la charge varie au contraire entre des limites fort étendues.

C'est donc principalement à augmenter la charge qu'il faut s'attacher; on y parvient par un bon tracé de la galerie, par une construction soignée et un entretien assidu de la voie.

C. *Transport par galeries navigables.* — Le transport par galeries navigables n'est employé que dans un petit nombre de mines.

La première application en a été faite aux mines de Worsley, près Manchester, dans le milieu du dernier siècle. Depuis cette époque, le même système a été introduit dans la Haute et Basse-Silésie, ainsi que dans quelques mines des environs de Clausthal, au Hartz. Mais nulle part il n'a reçu un développement comparable à celui qu'il présente à Worsley.

Navigation souterraine dans les mines de Worsley.

Nous donnerons, d'après un mémoire assez récent de MM. H. Fournel et J. Dyèvre, quelques détails sur ces exploitations.

Il existe à Worsley un ensemble de 15 couches de houille, d'une allure assez régulière, et plongeant vers le sud sous un angle de 10 à 12°. Sur certains points, on exploite par puits à la manière ordinaire, mais sur d'autres on emploie un système de galeries navigables réparties à trois niveaux différents.

L'étage moyen, le seul qui débouche au jour présente une galerie qui se dirige du sud au nord sur une longueur de 5.650 mètres en recoupant toutes les couches. La section de la galerie est la suivante :

	m.
Profondeur d'eau.	1,10
Hauteur au-dessus de l'eau. .	1,34
Hauteur totale. . . .	2,44
Largeur.	2.74

A des distances variables de 350 à 500 mètres, se présentent des gares d'évitement de $4^m,25$ de largeur.

A la rencontre de chaque couche partent à droite et à gauche des galeries d'allongement dont le développement total est d'à peu près 23.000 mètres. Un massif de 6 à 15 mètres d'épaisseur, réservé à l'amont de ces embranchements, les met à l'abri des mouvements de terrain résultant des dépilages supérieurs.

L'étage supérieur, à $34^m,50$ au-dessus du précédent, offre un développement de 15.800 mètres de galeries navigables. On communiquait autrefois d'un étage à l'autre par un plan incliné muni de chariots sur lesquels les bateaux venaient se placer. Un bateau plein en descendant remontait un bateau vide. Actuellement les deux étages sont sans communication. Les charbons des dépilages supérieurs sortent par des puits d'extraction ordinaires. Les canaux de cet étage ne servent qu'à amener les charbons au bas de ces puits.

L'étage inférieur présente 18.000 mètres de galeries navigables. La section y est moindre qu'à l'étage moyen ; le tirant d'eau n'est que de $0^m,84$. Le charbon est élevé de l'étage inférieur à l'étage

moyen, soit par des machines à vapeur, soit par des balances d'eau. Celles-ci prennent l'eau motrice au jour, et la rendent au niveau de l'étage moyen.

Au niveau supérieur, les bateaux tiennent 9 à 10 tonnes de 1.000 kil. et ont les dimensions suivantes :

Longueur.	15m.
Largeur dans œuvre.	1,90
Largeur hors œuvre.	2,04
Profondeur.	0,85
Tirant d'eau à vide. .	0,23
Tirant d'eau en charge.	0,72

A l'étage inférieur le transport se fait dans de petits bateaux qui ne tiennent que deux tonnes et ont 0m,60 de tirant d'eau.

Effet utile des ouvriers. D'après les nombres consignés dans le mémoire de MM. Fournel et Dyèvre, l'effet utile d'un homme est de 6.927.980 kil. à 1 mètre à l'étage inférieur et de 288.000.000 kil. à 1 mètre à l'étage moyen.

Ce dernier nombre est extrêmement considérable. Cela tient à la charge énorme que conduit l'ouvrier. En effet, six hommes suffisent, dit-on, pour conduire avec une vitesse de 800 mètres à l'heure un convoi de 40 de ces bateaux, soit au moins 360 tonnes de houille ou 60.000 kil. par homme. S'il n'y a pas là quelque erreur, on ne peut expliquer un résultat aussi extraordinaire que par la manière dont se fait le halage. Il paraît que l'on détermine dans la galerie un petit courant au moyen d'un certain nombre de vannes distribuées de distance en distance. Le conducteur du premier bateau lève successivement ces vannes à mesure qu'il les rencontre, et on ne les referme que derrière le convoi revenant à vide. La pro—

duction du courant est due à l'eau qui afflue constamment dans les travaux. Elle se rend dans la galerie de navigation, et y est retenue par les vannes jusqu'à l'instant où on les lève pour laisser passer les bateaux chargés.

Les haleurs travaillent couchés sur le dos en appuyant les pieds contre la voûte de la galerie. Ce mode de halage est beaucoup moins fatigant que tout autre.

La navigation est employée dans les mines du Hartz même sans galeries débouchant au jour. On s'en est servi pour relier entre eux différents champs d'exploitation établis sur un ensemble de filons. Au lieu d'avoir autant de puits d'extraction que de champs d'exploitation distincts, on concentre tout le minerai au bas de quelques puits seulement, en choisissant ceux dont l'orifice est à portée des ateliers de préparation mécanique. De cette manière on réduit beaucoup les frais d'extraction, et on remplace par un service intérieur très-perfectionné un transport au jour qui serait presque toujours plus coûteux. *Navigation souterraine au Hartz.*

On a reconnu qu'avec des bateaux tenant 6 tonnes et sur un parcours d'environ 3.000 mètres, un seul homme a fait le travail de deux chevaux sur la route ordinaire, laquelle était, il est vrai, très-accidentée et médiocrement entretenue. *Effet utile des ouvriers.*

L'effet utile obtenu a été de 6.000 × 3.000 = 18.000.000 kil. à 1 mètre.

§ II. *Comparaison entre les différents modes de transports décrits ci-dessus.*

En portant à 2f,75 la journée d'un homme employé au transport, à 1f,75 celle d'un ouvrier plus jeune et à 5 fr. celle d'un cheval, toucheur compris, on pourra former le tableau suivant qui résume toutes les données précédentes :

Numéros d'ordre.	MODE DE TRANSPORT.	Distance à parcourir à chaque voyage en mètres.	Charge en kilogr.	Espace total parcouru en mètres.	Effet utile en quintaux métriq. transportés à 100 m.	Prix du transport de 100 k. à 100 m. en francs.	OBSERVATIONS.
1	Galeries navigables.	4.800	60.000	4.800	28.800	0,000095	La distance est très-grande et surtout la charge est énorme, à cause du courant que l'on établit dans le sens du transport.
2	Chevaux sur chemins de fer. .	3.000 à 4.000 550 à 1.000	4.000	16.000 11.000	6.400 4.400	0,00078 0,00114	Grandes charges et grandes distances, chemin bien tracé.
3	Id.	750	2.200	15.000	3.300	0,00152	Distance et surtout charge moindres qu'au n° 2.
4	Galeries navigables.	3.000	6.000	3.000	1.800	0,00153	Charge et distance assez grandes, pas de courant comme au n° 1.
5	Chevaux sur chemins de fer. .	500 à 600	1.400	13.600	1.904	0,00263	»
6	Hommes sur chemins de fer.	800	500	16.800	840	0,00327	Grande distance et pente suffisante pour la descente spontanée des waggons.
7	Galeries navigables.	350 à 400	2.000	3.500?	693	0,00307	Petites charges et petites distances.
8	Chevaux sur chemins de fer. .	300 à 400	1.100	9.500	1.044	0,00479	Petites charges et petites distances, pentes plus ou moins irrégulières.
9	Hommes sur chemins de fer.	300	400	7.800	312	0,00881	Pentes plus ou moins irrégulières.
10	Jeunes gens sur chemins de fer.	80	140	7.800	136	0,01282	Faibles charges, galeries basses rendant la circulation difficile.
11	Chevaux sur le sol des galeries.	500	500	5.000	250	0,02000	Circonstances favorables d'airage et de température, chemins en bon état.
12	Id.	300 à 200	250	7.000	175	0,02857	Conditions moins favorables qu'au n° 11.
13	Rouleurs à la grande brouette ou camion à deux roues. . .	»	160	6.000	96	0,02865	»
14	Traîneurs (hommes).	150	120	6.000	72	0,03817	Moyenne susceptible d'être dépassée avec un service convenablement organisé.
15	Rouleurs à la brouette ordin.	20 à 80	80	8.600	69	0,03968	»
16	Chevaux sur le sol des galeries.	150 à 300	200	5.300	106	0,04717	Mauvais chemins, airage insuffisant, température élevée.
17	Traîneurs (jeunes gens). . . .	60 à 70	70	3.200	22	0,07812	Galeries basses rendant la circulation pénible.
[illegible]	[illegible]	75	55	4.500	25	0,01[illegible]	»

Nous ferons abstraction du premier résultat consigné dans le tableau ci-dessus, parce que, obtenu dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, il n'est nullement comparable aux autres.

La première conséquence qui se manifeste à l'inspection du tableau, c'est que le transport par des moyens perfectionnés est toujours beaucoup plus avantageux que le transport sur le sol des galeries, puisque le premier système dans les conditions les plus défavorables donne encore une économie de plus d'un tiers sur les circonstances les plus défavorables du second. Le choix ne sera donc pas douteux en général.

Transport à de grandes distances.

Maintenant *pour de très-grandes distances* (550, 800, 1000 mètres et plus), le transport par galeries navigables avec de grandes charges, n'est pas supérieur au transport par chevaux, si même il n'est pas inférieur (n°s 2, 3, 4).

Comme d'ailleurs la galerie navigable exige encore plus de précision dans le percement et une plus grande section que le chemin de fer, il n'y aura pas lieu en général à lui donner la préférence; à moins toutefois qu'il n'y ait pas possibilité d'introduire des chevaux dans la mine; car s'il fallait employer des hommes sur le chemin de fer, la navigation reprendrait l'avantage (n°s 4 et 6).

Transport à des distances moyennes.

Pour des distances moyennes de 300, 500, 600 mètres qui se présenteront beaucoup plus souvent que les très-grandes distances, les n°s 5, 7, 8, montrent que suivant les cas, le transport par chevaux est plus ou moins avantageux que le transport par galeries navigables, et qu'avec un tracé convenable du chemin de fer, il mérite en général

la préférence. Il a d'ailleurs toujours l'avantage de permettre un service plus rapide, d'éviter des frais d'embarquement et de débarquement, ainsi que l'encombrement à la recette. D'ailleurs la navigation ayant lieu nécessairement sur niveau, cette condition en restreindra toujours l'usage à des circonstances exceptionnelles, telles que celles dont on a parlé ci-dessus. Elle ne sera jamais employée comme moyen de transport pour desservir tous les chantiers d'une exploitation d'une étendue ordinaire. Quant à l'emploi des hommes sur les chemins de fer pour ces distances moyennes, il donne en général des résultats inférieurs à ceux des chevaux.

Transport à de petites distances.

Mais les hommes conviennent au contraire très-bien au service d'un certain nombre de chantiers placés à de médiocres distances, soit d'un puits d'extraction, soit d'une grande voie principale de roulage dans laquelle on fait le transport par chevaux. En géneral, le cheval ne devant marcher qu'avec de grandes charges, perdrait trop de temps s'il devait les compléter devant un chantier unique. Le charbon de plusieurs chantiers doit donc être amené par des hommes, jusqu'en un point déterminé où le cheval prend son chargement.

Il est d'ailleurs des cas où, même pour d'assez grandes distances, les hommes doivent nécessairement remplacer les chevaux; lorsque par exemple, les circonstances obligent à mener les galeries avec une trop petite section pour que les chevaux puissent y circuler.

Objections faites à l'emploi des chemins de fer intérieurs.

L'emploi des chemins de fer n'a pas encore été assez généralisé dans la plupart des mines; on a prétendu que les irrégularités de gisement qui contournent l'axe des galeries; les changements de ni-

veau produits par des failles nombreuses, le peu d'etendue habituel des champs d'exploitation d'un puits, rendaient ce mode de transport beaucoup moins avantageux qu'au jour.

Réponse à ces objections.

Toutefois, il est permis de le croire, l'esprit de routine a été jusqu'ici le principal obstacle qu'ait rencontré l'introduction des chemins de fer dans les mines où ils paraissent appelés à devenir tout à fait usuels. En effet, avec une surveillance assidue, on peut la plupart du temps arriver à donner aux galeries d'allongement, un profil suffisamment régulier, sauf à les contourner davantage en plan. On connaît différents moyens pratiques de franchir les ressauts dus aux failles; on peut, par exemple, disposer des plans inclinés automoteurs, ou des faux puits avec treuils ou manéges pour l'élévation du minerai; ou bien encore on peut sur ces points interrompre le roulage et le remplacer par le traînage; ce qui est très-facile avec des chars à bennes.

Quant à l'objection tirée du peu d'étendue ordinaire des champs d'exploitation, on peut se borner à répondre que l'un des grands avantages des moyens perfectionnés de transport, est précisément de permettre soit de desservir par un même puits un très-vaste champ sur une couche donnée, soit de recouper un plus grand nombre de couches au moyen d'une longue galerie à travers bancs. D'ailleurs, ce serait une grande erreur que de croire que, même pour d'assez petites distances, les chemins de fer ne présentent pas une économie considérable.

Chemins de fer suspendus.

Un obstacle plus réel, et le seul peut-être qui justifie l'absence complète de chemins de fer dans une exploitation tant soit peu étendue, se pré-

sente dans quelques mines. C'est la mobilité de la sole qui se gonfle et se déchire sous la pression des piles voisines; au point qu'au bout d'un petit nombre de mois, une galerie est quelquefois complétement bouchée. Cette mobilité, en changeant à chaque instant l'assiette du chemin, occasionne des déraillements et des embarras continuels. Dans ces circonstances, on a cherché à établir des rails suspendus aux cadres du boisage, afin de les rendre indépendants des mouvements de la sole. On a aussi proposé de s'opposer à ces mouvements par un fort boisage en semelles jointives. Mais le plus souvent, on est revenu au traînage ordinaire. C'est le cas de la plupart des mines de Rive-de-Gier.

Transport sur le sol des galeries.

En comparant les nos 11 et suivants du tableau, on voit que si l'on renonce à l'emploi des systèmes perfectionnés de transport, il y a lieu de préférer les chevaux aux hommes pour le traînage, à moins que le mauvais état des chemins ou un aérage insuffisant ne fasse reprendre aux hommes l'avantage. Car dans ces circonstances les chevaux fatiguent proportionnellement beaucoup plus que les hommes, de sorte que l'on peut dire en général que l'économie résultant de ces animaux, est d'autant moindre que le transport se fait dans de plus mauvaises conditions.

Le traînage sera, au moins pour la houille, préféré au brouettage ou à tout autre système nécessitant des transbordements.

Quant au portage à dos, c'est le moyen le plus imparfait de tous; il doit disparaître dans toute exploitation bien conduite; il ne peut être admis qu'exceptionnellement, par exemple pour mener à la voie de transport la plus voisine le charbon

provenant d'un chantier un peu écarté et d'un accès difficile.

§ III. *De l'établissement d'un service de transport dans l'intérieur d'une mine.*

D'après la discussion précédente, les chemins de fer constituent le système qui satisfait le mieux en général aux conditions d'un bon transport intérieur. Suivant les cas, on y emploiera exclusivement ou simultanément les hommes et les chevaux.

La navigation ne deviendra jamais d'un emploi habituel et devra être réservée pour certains cas particuliers analogues à ceux qui ont été spécifiés plus haut.

Le transport sur le sol des galeries ne devra subsister que pour de très-petites distances, ou bien lorsque des circonstances spéciales, telles que le foisonnement de la sole, rendront impossible l'établissement d'un système perfectionné.

Voyons maintenant comment ces considérations générales s'appliqueront aux différents cas que peut présenter l'allure des gîtes exploités.

Couches très-peu inclinées.

La couche est-elle horizontale ou à peu près, un réseau de chemins de fer partant de la recette, s'étendra dans toutes les galeries soit en direction soit en inclinaison. La pose de la voie suivra l'avancement de chaque chantier, de manière que les waggons pourront arriver partout presque jusqu'au front de taille, et de là se rendre au puits d'extraction sans transbordement. Ces chemins de fer devront être faciles à poser et à déplacer, de manière à ce qu'on ne les laisse subsister que dans les chantiers actuellement en activité, et à ce

qu'on réduise ainsi, autant que possible, la dépense de premier établissement.

D'autres fois, on posera un chemin de fer principal dans une ou deux galeries d'inclinaison, et dans quelques galeries d'allongement tracées avec soin. Le transport se fera dans chaque galerie secondaire, soit par traînage, jusqu'à la voie principale la plus voisine, soit par roulage sur des chemins de fer avec des chars de petite dimension. Arrivé à l'une des voies principales, on réunira plusieurs chariots en un seul convoi, ou bien on transbordera sur de plus grands waggons, soit au moyen de petites grues placées à l'angle des galeries, soit plus simplement au moyen d'une petite estacade, de niveau à l'une de ses extrémités avec le tablier du petit chariot, et de l'autre avec celui du grand. Cette combinaison est particulièrement convenable, lorsque les puits étant coûteux à établir, et conduisant par cela même à préparer un champ d'exploitation très-étendu, la couche est cependant trop mince pour que les chevaux puissent y circuler partout; car alors on exhaussera seulement les galeries principales de roulage pour le passage des chevaux, et le transport dans les galeries secondaires aura lieu par des hommes ou des enfants. Sur certains points des galeries principales, seront établies des espèces de recettes où viendront se rendre les charbons des chantiers voisins. C'est en ces points que se formeront les grands convois que les chevaux devront mener au puits.

Si l'inclinaison de la couche augmente, il n'y a rien autre chose à faire aux dispositions précédentes, qu'à remplacer les galeries d'inclinaison par des voies diagonales sur lesquelles on établit

la pente convenable au transport par des hommes ou par des chevaux.

L'inclinaison augmentant toujours, ces galeries couperaient bientôt sous des angles trop aigus les galeries en direction, d'où résulterait d'une part l'écrasement des angles aigus des piliers, de l'autre une trop grande longueur à parcourir pour racheter une différence de niveau donnée, ou bien il faudrait se résoudre à tracer la galerie avec une pente un peu forte; mais alors le roulage y serait pénible et même dangereux, soit à la remonte, soit à la descente, à moins d'employer de très-petits waggons, dont la charge trop faible réduirait beaucoup l'effet utile des rouleurs. Couches médiocrement inclinées.

Dans ce cas l'idée qui se présente tout d'abord est de revenir au traînage ordinaire par des hommes ou par des chevaux, pour amener le charbon des chantiers supérieurs au niveau de la voie de fond. Les frais considérables de ce mode de transport obligent alors de diminuer beaucoup l'étendue du champ d'exploitation, dans le sens de l'inclinaison de la couche.

Mais il existe un moyen (applicable dès que l'inclinaison de la couche dépasse 8 à 10°) d'amener le charbon aussi économiquement que possible des parties supérieures au niveau de la recette. Ce moyen consiste dans l'emploi des plans automoteurs. Ces appareils se répandent de plus en plus dans les exploitations bien conduites, où ils présentent de grands avantages. Représentons-nous en effet, un de ces plans automoteurs établi dans l'intérieur d'une mine. Ce plan est en relation avec une série de galeries d'allongement par lesquelles il peut recevoir les charbons. Il suffit donc que les bennes de chaque chantier soient Emploi des plans automoteurs.

traînées tout au plus sur une longueur égale à l'épaisseur de la pile qui sépare deux galeries d'allongement voisines. Ces bennes peuvent ensuite être roulées jusqu'au plan automoteur, et descendues de là presque sans frais au niveau de la recette en même temps que les bennes vides sont remontées.

Ainsi le plan automoteur est, sur une voie montante, le complément du chemin de fer sur une voie horizontale. Il diminue les frais de transport en descente, comme le chemin de fer horizontal les diminue dans les galeries d'allongement; et par suite, il permet d'étendre le champ d'exploitation vers l'amont-pendage, comme le chemin horizontal le permet dans le sens de la direction.

Les plans automoteurs peuvent recevoir différentes modifications de détail qu'il n'est pas de notre objet de décrire ici. Ils fonctionnent très-bien jusqu'à 45° d'inclinaison, et on peut même dépasser beaucoup cette limite, en établissant à peu près horizontalement le tablier du chariot porteur, de manière à empêcher le renversement des bennes.

Couches rapprochées de la verticale.

Enfin quand le gîte exploité est presque droit, la manière ordinaire de faire arriver le minerai des chantiers supérieurs au niveau de la galerie de roulage, est de le jeter dans des cheminées ou couloirs, qui débouchent au faîte ou sur le côté de la galerie. Pour éviter le déchet, ces cheminées doivent être tenues constamment pleines; une trappe est placée au bas de la cheminée et s'ouvre pour laisser couler le minerai dans le waggon ou dans la benne. Le transport du chantier à l'orifice supérieur, et de l'orifice inférieur au puits d'extrac-

tion, peut d'ailleurs se faire d'une manière quelconque. On emploie assez fréquemment la brouette pour les petites distances, et des chiens de mine sur des chemins de fer ou de bois quand les distances sont considérables.

Note additionnelle.

Nous avons établi dans ce qui précède les avantages qui résultent de l'emploi des chemins de fer dans l'exploitation des mines.

Pour mieux faire ressortir ces avantages, nous chercherons à évaluer *en argent* l'économie que l'on peut attendre de cet emploi dans un cas particulier.

Nous supposerons qu'un puits ait été creusé pour exploiter une couche peu inclinée de 2m,50 de puissance.

Le champ d'exploitation doit s'étendre à 300 mètres en direction de part et d'autre du puits, et à 120 mètres seulement suivant l'aval-pendage. Cette étendue est médiocre et peu propre à faire ressortir la supériorité des chemins de fer; car l'avantage d'un moyen perfectionné de transport sur un système moins parfait, est d'autant plus fort que les distances à parcourir sont plus grandes.

La superficie du champ d'exploitation est de 600 × 120 = 72.000 mètres carrés.

Le cube de charbon 2,5 × 72.000 = 180.000 mètres cubes. Chaque mètre cube de massif donnant 15 hectolitres de charbon abattu, ou environ 12 quintaux métriques, on voit qu'on a à abattre 12 × 180.000 = 2.160.000 quintaux mé-

triques. Admettant qu'on en perde $\frac{1}{6}$ en dépilage, soit 360.000, il en restera 1.800.000 à extraire, soit pour une durée de 6 ans, à 1000 quintaux par jour de travail, et 300 jours de travail par an.

On exploitera par un système de massifs longs recoupés de distance en distance par des voies montantes.

Chaque massif aura, y compris la galerie d'allongement correspondante, une douzaine de mètres de largeur; il y aura donc en tout 10 massifs les uns au-dessus des autres, et par conséquent 6000 mètres de galeries d'allongement.

Il est facile de voir que la longueur moyenne du transport tant en galeries horizontales qu'en galeries d'inclinaison sera de 210 mètres.

Le nombre de $\frac{1.800.000 \times 210}{100} = 3.780.000$ est donc le nombre de quintaux métriques à transporter à la distance réduite de 100 mètres.

Cherchons ce qu'il en coûtera pour effectuer ce transport d'abord en employant des traîneurs sur le sol des galeries, ensuite en employant des rouleurs sur chemins de fer.

En se reportant au tableau comparatif établi précédemment, la dépense en main-d'œuvre sera

Avec des traîneurs. .	3.780.000×0,03017=144.282,60
Avec des rouleurs. .	3.780.000×0,00881= 33.301,80
Différence.	110.980,80

La somme de 110.980,80 est donc *l'économie de main-d'œuvre* résultant de l'emploi des chemins de fer.

Il est vrai qu'il faut tenir compte des frais que nécessitent leur établissement et leur entretien.

Un semblable chemin peut coûter tout posé $7^{f}.50$ le mètre courant. Si l'exploitation est bien conduite; si notamment on fait suivre le dépilage d'un massif peu de temps après l'achèvement des deux galeries qui le limitent en amont et en aval, 3000 mètres courants de voie seront parfaitement suffisants, puisqu'il n'y aura en tout que 6000 mètres de galeries. C'est donc une première mise de fonds de $7.50 \times 3000 = 22.500$ fr.

Admettons (ce qui est exagéré, à moins que les eaux de la mine ne soient particulièrement corrosives), que dans le court espace de 6 ans, ce matériel doive être complétement renouvelé et n'ait plus de valeur à la fin de l'exploitation, ce sera une dépense totale de fr. 45.000. Il faudra pour le service une quarantaine de bennes à roulettes à fr. 90 l'une, soit encore 3600 fr. de premier établissement. Admettons que pour tenir compte de l'entretien pendant 6 ans, il faille tripler cette somme, ce qui paraît encore exagéré, on arrivera au chiffre de 10.800 fr. qui, ajouté à 45.000, donnera 55.800 fr. pour la dépense en matériel qu'occasionnera l'emploi du chemin de fer. La différence $110.980,80 - 55.800 = 55.180^{f},80$, est donc le bénéfice net qui résultera de cet emploi. Cette somme sera très-souvent plus que suffisante pour amortir les frais d'établissement du puits qui aura servi à l'exploitation.

Cependant toute considérable qu'elle est, on doit la regarder comme sensiblement atténuée, puisque l'on a négligé, pour abréger, la dépense de premier établissement et d'entretien du matériel employé par les traîneurs.

La somme de 55.180,80 divisée par 6 donne

9196f.80 pour le bénéfice annuel; on peut donc affirmer que dans les circonstances que l'on a supposées, la substitution du roulage au traînage, même sans employer des chevaux, doit amener une économie d'au moins une dizaine de mille francs par an.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans les laboratoires des départements pendant l'année 1843.

LABORATOIRE DE MÉZIÈRES (ARDENNES),

Dirigé par M. *Sauvage*, ingénieur des mines.

I. *Examen de plusieurs minerais de fer, pour servir à la description minéralogique du département de la Meuse.*

Ces recherches sur les minerais de fer du département de la Meuse font suite à celles qui ont été exposées dans le Compte rendu des travaux de l'année 1842. Nous n'avons rien à ajouter aux considérations générales présentées sur le gisement de ce minerai et sur le groupe d'usines qui les emploie.

Minerais de Morley (trois variétés).

	A	B	C
Peroxyde de fer. . . .	0,6708	0,3994	0,5290
Oxyde de manganèse.	0,0400	0,0400	0,0220
Oxyde vert de chrôme.	traces.	(non recherché).	»
Alumine libre.	0,0166	0,0400	0,0800
Eau.	0,1434	0,1600	0,1500
Acide phosphorique. .	0,0040	0,0034	(non dosé).
Silice (rendue libre par l'acide chlorhydrique).	0,0267	(non dosée).	0,0140
Magnésie.	0,0053	0,0032	0,0050
Argile : Silice. . . .	0,0367		
Argile : Alumine. . .	0,0266 } 0,0766	0,3540	0,1800
Sable (quartzeux). .	0,0133		
Matière organique. . .	0,0166	»	0,0200
	1,0000	1,0000	1,0000
Fer contenu.	0,4646	0,1769	0,3668

Ces minerais sont extraits de la forêt de Morley.

(A) Cette variété est en gros fragments d'oxyde compacte, dur, à cassure grenue. Dans quelques parties, la masse paraît formée par l'agglomération de plaquettes géodiques, entre lesquelles est interposé un ciment ocreux, moins riche en fer que la masse principale.

L'acide chlorhydrique met à nu de la silice gélatineuse, qui doit être combinée avec du pro-

toxyde de fer et de la magnésie. Le protoxyde de fer n'a pu être mis en évidence, parce que le minerai contient de l'oxyde de manganèse, et qu'il se produit du chlore quand la dissolution s'opère. Ce silicate ferreux doit différer de l'alumino-silicate que M. Berthier a signalé dans un grand nombre de minerais de fer et qui est magnétique, car aucune partie du minerai de Morley, réduit en poudre, n'est attirable au barreau aimanté. Nous avons déjà signalé ce fait en rendant compte de l'analyse de plusieurs minerais de fer du terrain néocomien.

Le résidu inattaqué par l'acide chlorhydrique, est un mélange de sable et d'argile. On l'a analysé en le traitant successivement par l'acide sulfurique, et par une lessive alcaline qui enlève la silice mise en liberté. L'argile offre une composition simple. On a trouvé en effet :

		Quantité d'oxygène correspondante.	Rapport.
Silice. . . .	0,0367	0,0191	3
Alumine. . .	0,0266	0,0124	2

C'est le sous-silicate $AS^{1\frac{1}{2}}$.

En réunissant les quantités de silice et d'alumine qui se trouvent à divers états dans le minerai, on a :

Alumine.	0,0432	0,1199,
Silice.	0,0767	

et il en résulte qu'employée seule dans le haut-fourneau, cette variété du minerai de Morley exigerait, à raison de la forte proportion d'alumine, l'addition d'un fondant siliceux, outre la castine.

Dans un fourneau à l'air froid, pour que le lai-

tier ait une fusibilité convenable, il faudrait ajouter 0.07 de quartz, et 0.14 de carbonate de chaux; alors la proportion d'alumine ne dépasserait pas 0.15 du poids du laitier. Dans les hauts-fourneaux des arrondissements de Bar et de Commercy, où l'on emploie l'air chaud, l'expérience a montré que les laitiers peuvent retenir jusqu'à 0.25 d'alumine pour 0,30 de chaux et 0.45 environ de silice, sans cesser d'être bien fusibles, et sans retenir trop de fer; la proportion des fondants à ajouter pourrait donc être réduite à 0.09 de chaux sans addition de quartz.

(B) La variété B est un minerai assez pauvre et qui ne doit entrer qu'en petite proportion dans le haut-fourneau. Il consiste en une masse tendre et friable; les grains ferrugineux sont liés intimement à une argile blanche qu'on pourrait probablement enlever par un lavage opéré avec soin. A raison de la forte proportion d'eau que le minéral renferme, l'argile blanche doit être de la classe des allophanes.

(C) La troisième variété se rapproche, quant à l'aspect, de la première; mais elle contient une très-forte proportion d'alumine libre. Ce minerai ne doit donc être employé qu'en petite proportion et avec des variétés plus siliceuses.

Ces minerais de Morley, ainsi d'ailleurs que tous ceux de ce groupe, renferment de l'acide phosphorique.

Les deux variétés A et C contiennent en outre une assez forte proportion de matière organique brune que l'acide chlorhydrique a précipitée, sans décomposition, de la dissolution alcaline, et qui a pu être pesée après dessiccation. Cette matière

donne à la distillation une huile épaisse très-odorante et laisse un résidu de charbon.

Treize autres minerais des arrondissements de Bar-le-Duc et de Commercy (Terrain néocomien).

La proportion de fer a été déterminée pour chacun d'eux au moyen d'une lame de cuivre introduite dans la liqueur qui renferme l'oxyde ferrique combiné avec l'acide chlorhydrique.

En opérant sur 5 grammes de minerai, l'opération s'exécute aisément en une heure; la dissolution est maintenue en ébullition pendant tout ce temps, à l'abri du contact de l'air. Une partie de cuivre dissous correspond à 1236 de peroxyde de fer. Il convient, pour être bien sûr du résultat, de faire deux expériences sur chaque minerai.

La plupart de ces minerais contiennent du protoxyde de fer combiné avec de la silice, mais comme il renferment aussi du manganèse oxydé et qu'il y a dégagement de chlore, tout le fer est généralement, dans la dissolution acide, à l'état d'oxyde ferrique.

Dans quelques-uns des échantillons, on a dosé la silice rendue libre par l'action de l'acide, en lessivant le résidu inattaqué avec une dissolution faible de potasse; dans d'autres, on a dosé l'argile en la décomposant successivement par l'acide sulfurique et la solution alcaline; dans tous, on a obtenu la proportion d'eau par la calcination au rouge. En réunissant les divers résultats, la différence entre le poids total et le poids des éléments

qui ont été dosés, exprime la proportion des autres bases : alumine libre, oxyde de manganèse et même oxyde ferreux pour ceux qui n'auraient pas donné un excès de chlore.

	Houdelaincourt. (1)	Biencourt. (2)	Biencourt. (3)	Biencourt. (4)	Bettival. (5)	Le Bouchon. (6)
Eau.	0,1600	0,1528	0,1491	0,1503	0,1220	0,1180
Peroxyde de fer.	0,7574	0,6750	0,6900	0,7054	0,5180	0,4915
Argile et quartz.	0,0620	0,1200	0,1140	0,0860	0,3174	0,3440
Autres bases (par différence). .	0,0206	0,0522	0,0469	0,0583	0,0426	0,0465
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	Biencourt. (7)	Le Gagnage. (8)	Bois de Biencourt. (9)
Eau.	0,1372	0,0963	0,1360
Peroxyde de fer	0,5174	0,4924	0,5950
Silice rendue libre . . .	0,0280	0,0060	0,0080
Silice et quartz.	0,1800	0,3320	0,1580
Alumine combinée. . .	0,0300	0,0140	0,0460
Autres bases	0,1074	0,0593	0,0570
	1,0000	1,0000	1,0000

	Ménil-sur-Saule. (10)	Petit-Nantois. (11)	La Malmaison. (12)	La Malmaison. (13)
Eau.	0,1300	0,1434	0,1300	0,1000
Peroxyde de fer. .	0,5175	0,5775	0,5250	0,6900
Carbon. de chaux.	0,—	0,0060	0,—	0,—
Silice rendue libre	0,0100	0.0240	0,0100	0,0040
Argile { Silice. . .	0,0540	0,0360	0,0300	0,0540
Argile { Alumine.	0,0360	0,0320	0,0260	0,0420
Sables silieeux.. .	0,2000	0,1080	0,1040	0,0620
Autres bases . . .	0,0525	0,0731	0,0850	0,0480
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) *Minerai de Houdelincourt*, en fragments irréguliers, à texture lâche, tantôt grenu, tantôt compacte. Sa teneur en fer est de 52 p. o/o. C'est un des minerais les plus riches de la contrée, il fondrait seul avec 0,04 de carbonate de chaux.

(2) (3) (4) *Minerais de Biencourt.* Ces minerais sont tantôt en gros fragments irréguliers, à cassure grenue, tantôt en plaquettes géodiques. Le n° 3 présente de petites cavités tapissées de cristaux d'hématite, et contenant aussi l'hydrate de peroxyde très-divisé.

Le résidu insoluble dans l'acide hydrochlorique est très-siliceux, et comme ces minerais renferment moins d'alumine libre que les autres minerais de la contrée : Treveray, Rebeaucourt, Becquigneux, Hévillers, Fouchères, Ligny, etc.

(il est rare qu'il y en ait plus de 0,02) ; ils entrent avec avantage dans les lits de fusion, dont ils accroissent la teneur en silice. Ils sont riches et contiennent de 46 à 49 p. o/o de fer métallique. Seuls, ils fondraient aisément avec 0,06 ou 0,07 de carbonate de chaux.

(5) *Minerais de Bottival*, en fragments irréguliers. Le résidu insoluble dans les acides est un sable quartzeux. Ce minerai est donc une *mine froide*, analogue à certaines variétés des minerais de Ribeaucourt, aux minerais d'Hervillers et de Fouchères. Il renferme 36 p. o/o de fer.

(6) *Minerai du Bouchon*. Mélange de petits grains ronds et de fragments de plaquettes géodiques. Il contient, en petite quantité, des grains attirables au barreau aimanté. Sa teneur en fer est de 34 p. o/o. Le résidu inattaquable par l'acide chlorhydrique est très-quartzeux. Ce minerai fondrait bien avec addition de 0,20 de carbonate de chaux. Il est semblable au précédent.

(7) *Minerai de Biencourt*. Ce minerai, beaucoup moins riche que les variétés précédentes de la même commune, est en fragments irréguliers à cassure grenue et souvent d'aspect terreux.

Les 0,1074 (autres bases) consistent principalement en oxyde de manganèse et en alumine. Il serait donc moins *froid* que les autres espèces de Biencourt, avec lesquels il serait mélangé avantageusement. Sa teneur en fer est de 36 p. o/o.

(8) *Minerai du gagnage*, en petits fragments géodiques, contenant 34 p. o/o de fer, tout à fait analogue au n° 6 (minerai du Bouchon).

Il est très-siliceux et doit être mélangé avec les minerais riches en alumine.

(9) *Minerai des bois de Biencourt*, tenant

41 p. o/o de fer, pénétré comme le n° 3 de petites cavités où l'on voit de l'hématite. Il est plus alumineux que les nos (2) (3) (4).

Dans les variétés suivantes, on a décomposé l'argile, dont les éléments ont été dosés. La composition de ces argiles se rapproche beaucoup de celle du sous-bisilicate A^2S^3.

(10) *Minerai de Ménil-sur-Saulx*, en fragments géodiques, siliceux et par conséquent de la nature des *mines froides*; il renferme en tout :

Silice.	0,264
Alumine.	0,060

environ (en supposant que les bases 0,0525 en contiennent la moitié de leur poids). On doit l'employer avec les minerais alumineux de Ribeaucourt, de Ligny, etc. Sa teneur est en fer de 0,36 o/o.

(11) *Minerai de Petit-Nantois*, en grains et en fragments géodiques, un peu calcaire, beaucoup moins siliceux que le précédent, car il doit renfermer 0,17 de silice et environ 0,07 d'alumine. Il se rapproche par sa composition du minerai de Tréveray, quoique moins riche que celui-ci. On peut le fondre sans mélange avec addition d'environ 0,14 de carbonate de chaux. Il renferme 40 p. o/o de fer.

(12) *Minerai de la Malmaison*. Il est tout à fait analogue au n° 10, et doit être mélangé avec les variétés alumineuses.

(13) *Minerai de la Malmaison*, autre variété, en assez gros fragments, à texture compacte. Ce minerai est riche, de bonne qualité, et tout à fait semblable, pour la composition, au minerai de Tréveray (compte rendu de 1842), lequel fond bien avec 0,08 de carbonate de chaux, rend 0,44

de fer, et produit une scorie qui ne retient qu'une trace de fer.

II. *Analyse du minerai de Thonne-le-Thil, arrondissement de Montmédy (Meuse).*

C'est un minerai en grains et fragments irréguliers qui se trouve dans les cavités et les dépressions de la formation jurassique inférieure, associé à des argiles et à des sables de nature diverse.

Il est employé dans les fourneaux de Margut (Ardennes), en mélange avec des minerais moins purs et moins riches de la période diluvienne.

Le minerai de Thonne-le-Thil ne contient pas de grains magnétiques; néanmoins le résidu que laisse l'acide chlorhydrique abandonne à la dissolution étendue de potasse, une notable quantité de silice. Comme il y a dégagement du chlore, on ne peut savoir s'il existe dans le minerai du protoxyde de fer, qui constituerait avec cette silice un silico-aluminate.

Ce minerai est composé de :

Peroxyde de fer		0,6380
Oxyde de manganèse		0,0140
Eau		0,1397
Acide phosphorique		0,0044
Carbonate de chaux		0,0143
Carbonate de fer		0,0020
Carbonate de magnésie		0,0090
Alumine dissoute par l'acide hydrochlorique		0,0106
Silice rendue libre		0,0420
Argile :	Silice	0,0240
	Alumine	0,0200
Quartz		0,0820
		1,0000

Il renferme 44 p. o/o de fer et contient en tout :

Silice	0,148
Alumine	0,031

Il fondrait avec addition de 0,10 de carbonate de chaux.

III. *Analyse du minerai de fer de Verzy (Marne).*

Le minerai de Verzy (Marne), dont nous avons donné une analyse (*Annales des Mines*, t. XVI, p. 486), ayant été l'objet d'une demande en permission de l'exploiter, nous avons fait, à la prière de M. l'ingénieur en chef Gabé, l'analyse de deux nouveaux échantillons.

Le demandeur annonçait l'intention d'expédier ce minerai dans les usines des Ardennes.

Le minerai de Verzy appartient à l'étage tertiaire inférieur. Lors du premier essai qui en a été fait, on y a trouvé des pyrites de fer.

Le premier échantillon est en fragments de fer hydroxydé à cassure grenue et contenant de petits grains de quartz. Il a été analysé par le cuivre, selon la méthode décrite ci-dessus; il renferme :

Peroxyde de fer. . .	0,485
Résidu très-sableux.	0,354
Eau.	0,106
Autres bases.	0,055
	1,000

Le deuxième échantillon est en grains de la grosseur d'un pois; il est composé de :

Peroxyde de fer. . .	0,467
Résidu sableux. . .	0,380
Eau.	0,090
Autres bases. . . .	0,063
	1,000

On n'y a trouvé aucune trace de soufre.

Ce minerai pourrait être mélangé avec les mines *de fer tendre* du département des Ardennes; mais

il est à craindre que le prix de revient n'en soit trop élevé.

Toutefois, l'achèvement prochain de la partie du canal de la Marne au Rhin, comprise entre Verzy et le canal des Ardennes, réduira notablement les frais de transport et fera ressortir à 15 francs environ la tonne de ce minerai, rendu dans quelques usines des Ardennes, voisines du canal. A ce prix, ces usines pourront l'employer en petite proportion, s'il est vrai, comme l'expérience a semblé l'indiquer dans le fourneau de Vrigne-au-Bois, qu'il améliore sensiblement la qualité du fer.

IV. *Analyse de six minerais de fer de la Haute-Marne.*

Ces minerais ont été envoyés au laboratoire par un maître de forge de la Haute-Marne; ils proviennent du terrain néocomien.

	Sermaire.	Cheminon.				La Blaise.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Peroxyde de fer. .	0,4000	0,5025	0,3975	0,5575	0,5550	0,6425
Alumine libre. . .	non dosée	n. dos.	n. dos.	n. dos.	0,0240	non dosée
Eau.	0,1380	0,0982	0,0909	0,1450	0,1485	0,1500
Carbon. de chaux.	0,0230	0,1860	0,0435	0,0160	0,0260	0,0360
Sulfate de chaux.	0,0130	néant.	néant.	0,0150	0,0120	néant.
Résidu { Silice . .	0,1060	0,1040	0,0560	0,0840	0,0780	0,1300
Résidu { Alumine.	0,0500		0,0260	0,0300	0,0220	
Résidu { Quartz. .	0,1840		0,3800	0,0800	0,0760	
Autres bases. . .	0,0860	0,1093	0,0061	0,0715	0,0585	0,0415
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) *Minerai de Sermaise*, en petits grains ronds et en petits fragments de géodes. Il renferme des cristaux de sulfate de chaux. Il ne contient que 0,28 de fer. C'est un minerai pauvre et de mauvaise qualité.

(2) *Minerai de Cheminon, dit mine blanche*, en petits fragments géodiques; on y voit des grains de quartz blanc. Sa teneur en fer est de 35 p. o/o. C'est un minerai calcaire qui remplacerait dans le haut-fourneau 0,12 de son poids de castine.

(3) *Minerai de cheminon, dit en cailloux*, en fragments plus gros que le précédent, faiblement magnétique; il ne rend que 27 p. o/o de fer, et il est très-siliceux. L'emploi en offrirait peu d'avantages.

(4) *Minerai de cheminon, dit mine égrappée*, non relavé; il est en petits fragments arrondis; il n'est pas magnétique. On y voit des cristaux de gypse. Il contient 0,39 de fer. Il est plus riche que les précédents, et fondrait avec addition de 0,10 de carbonate de chaux, ou bien avec addition d'une partie du minerai n° 2, sans autre mélange; mais il ne produirait qu'un fer *tendre*.

(5) *Minerai de cheminon, dit mine en grains*. Il est en petits grains ronds, tout à fait analogue, par la composition, au précédent.

Il résulte de ces analyses que les minerais de *cheminon*, convenablement mélangés, peuvent fondre d'eux-mêmes et sans addition de castine; mais qu'ils ne peuvent donner que des produits médiocres. Dans l'emploi qu'on en fera, on doit mettre la plus forte proportion possible de la variété n° 2, ou y suppléer par l'addition du carbo-

nate de chaux, afin de faire passer autant que possible le soufre dans les laitiers.

(6) *Minerai de la Blaise*, en grains et petits fragments, sensiblement magnétique. Il contient 45 p. o/o de fer, et ressemble en tous points aux minerais de la Haute-Marne analysés par M. Berthier (*Essais*, t. II, p. 227).

V. *Analyse de cinq roches calcaires du département de la Meuse.*

	Herbeu-ville. (1)	Man-gienne. (2)	Mauvage. (3)	Chaton-rupt. (4)	Couvert-puis. (5)
Carbonate de chaux.	0,794	0,840	0,832	0,838	0,507
— de magnésie.	0,016	0,022	0,020	0,076	0,441
— de fer. . . .	0,020	0,033	0,010	»	»
Peroxyde de fer . .	»	»	0,012	traces.	0,020
Argile { Silice. . . .	»	0,034	0,046	0,066	0,032
Argile { Alumine. .	0,170	0,022	0,034		
Sable quartzeux. . .	»	0,080	0,040		
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Calcaire d'Herbenville.* Il appartient à la formation de l'*oxford clay*. Il offre une texture grenue, à cassure irrégulière. Sa couleur est le gris clair. Il donnerait à la cuisson une chaux hydraulique.

(2) *Calcaire de Mangienne.* Il forme au milieu des marnes oxfordiennes des nodules d'un gris clair, à texture compacte, à cassure con-

choïde, traversés par des veinules de chaux carbonatée cristallisée.

La proportion d'oxygène de la silice et de l'alumine qui constituent l'argile, sont presque exactement dans le rapport de 3 à 2; c'est donc le sous-bisilicate $AS^{1\frac{1}{2}}$.

(3) *Calcaire de Mauvage*. Il provient des souterrains de Mauvage (canal de la Marne au Rhin), percé à travers les assises marneuses du *kimmeridge-clay*. Il pourrait donner une chaux hydraulique.

On en a fait l'analyse en décomposant les carbonates par l'acide acétique, attaquant le résidu par l'acide sulfurique, et enlevant la silice rendue libre par une dissolution de potasse.

(4) *Calcaire de Chatonrupt*. Il provient des bancs de la partie supérieure du *Portland-Stone*. C'est un calcaire compacte, lithographique, à cassure conchoïde. Sa couleur est le jaune clair.

On l'a analysé par l'acide acétique. La chaux a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, puis la liqueur évaporée à sec. La masse saline a été chauffée au rouge dans une capsule de platine. On a obtenu ainsi le carbonate magnésique, que l'on reprit par l'eau bouillante, afin de rechercher s'il y avait des alcalis. On n'en a trouvé aucune trace.

(5) *Calcaire de Couvertpuits*. C'est une roche d'un gris verdâtre, provenant des bancs supérieurs du *Portland-Stone*. Elle occupe une position géognostique constante dans l'arrondissement de Bar-le-Duc. Certains calcaires de cet étage ont été signalés comme *dolomies* jouissant de propriétés hydrauliques. Il résulte effectivement de l'analyse que cette roche est une *dolomie*; elle contient un

atome de chacun des deux carbonates. Le résidu inattaquable par les acides n'étant que 0,032, plusieurs ingénieurs ont été portés à considérer que la magnésie joue le principal rôle dans le fait de *l'hydraulicité* du produit de la calcination de cette roche, ou des roches analogues.

Cependant on fera remarquer que, la propriété hydraulique résultant des proportions relatives de l'argile et de la chaux, une dolomie qui ne contiendrait que 0,032 d'argile, pourrait encore fournir une chaux hydraulique, puisque le poids de l'argile se trouverait être les 0,06 du carbonate calcique. Dans cette hypothèse, la magnésie serait tout à fait inerte, elle jouerait dans le mortier le même rôle qu'un sable fin.

VI. *Analyse du métal des cloches de Bertheléville.*

Pour s'assurer de l'accomplissement des conditions d'un marché, M. le maire de Bertheléville (Meuse), a envoyé au laboratoire, un fragment du métal des cloches qu'il a fait fondre pour la commune, en me priant d'en faire l'analyse.

Ce métal est composé de :

Cuivre.	0,7449
Etain.	0,2233
Fer.	0,0222
Zinc.	0,0096
Plomb.	des traces.
	1,0000

Proportions ordinaires du métal de cloches.

LABORATOIRE DE CLERMONT-FERRAND (PUY-DE-DÔME),

Dirigé par M. *Baudin*, ingénieur des mines.

Anthracite du Puy-Saint-Gulmier (Puy-de-Dôme). Échantillons recueillis sur place en 1843, parmi les déblais de la petite exploitation, qui y a été ouverte en 1828, tout près et à l'est-nord-est du village du Cheix.

Cette anthracite d'un noir tirant au gris, a donné à l'essai les résultats suivants :

Densité.	1,46
Cendres gris clair.	16,40
Coke pulvérulent.	87,00
Produits volatiles.	13,00
Plomb réduit par 1 de combustible.	27,26

ou ramenant ces résultats à la même anthracite supposée pure, en admettant d'ailleurs, pour plus de simplicité dans le calcul, une densité des matières terreuses exactement double de celle du combustible, on a

Densité.	1,34
Coke pulvérulent. .	84,45
Produits volatiles. .	15,55
Plomb réduit.	92,06

D'après ces résultats, ce combustible, pour l'exploitation duquel on se propose d'ouvrir prochainement de nouveaux travaux, ne peut qu'être classé parmi les anthracites, mais quant à sa pureté, on peut espérer qu'elle sera généralement supérieure à celle des autres échantillons recueillis parmi les déblais d'anciens puits.

Houille du bois de Varazène, commune de La Bessette (Puy-de-Dôme). Échantillons re-

cueillis sur les lieux en 1843, par l'ingénieur des mines, et provenant d'une fouille passagère dans le bois susdit.

Cette houille dont il a été fait emploi par le forgeron de la commune, a l'aspect noir brillant des houilles grasses, sa texture est schisteuse, sa poussière est d'un noir tirant sur le brun.

Son examen analytique a donné les résultats suivants :

Densité.	1,40
Cendres grises. . .	16,40
Coke boursouflé. .	72,20
Produits volatiles.	27,80
Plomb réduit. . .	24,42

Ou résultats théoriques rapportés à la houille pure :

Densité.	1,28
Coke boursouflé. .	66,75
Produits volatiles.	33,25
Plomb réduit. . .	29,21

Ces résultats accusent pour la fouille du bois de Vazagène, une houille grasse à longue flamme, propre à la forge et de nature analogue du reste à celle des houilles des exploitations les plus rapprochées du même bassin, savoir Singles au nord et Madie au sud.

Lignite de Mandailles (Cantal). Échantillons recueillis sur les lieux par l'ingénieur des mines. Ce lignite gît à deux ou trois kilomètres N.N.E. de Mandailles, dans un bois dit le bois d'Abon, à une grande hauteur au-dessus du fond de la vallée, et vers le pied des escarpements trachytiques de Chaveroche (plus précisément au pied du Puy-de-Batzy), il est évidemment subordonné aux conglomérats trachytiques formant le sous-basse-

ment de ces escarpements, et est par conséquent contemporain des formations trachytiques du Cantal. Une riche végétation ne permet point d'étudier les circonstances du gisement, mais au dire des gens du pays, le gîte passagèrement exploité il y a une quinzaine d'années par un forgeron, serait très-puissant.

Ce liquide est noir, sa cassure laisse voir généralement à un degré très-discernable le tissu fibreux du bois, dans certains sens cependant elle est piciforme. Sa poussière est d'un brun prononcé.

Son examen analytique a donné les résultats suivants :

Densité.	1,32
Cendres d'un gris blanc.	4,20
Coke pulvérulent.	43,90
Produits volatiles.	56,10
Plomb réduit p. 1 g. de lignite. .	22,80

Ou ramenant ces résultats au lignite pur,

Densité.	1,29
Coke pulvérulent. .	41,45
Produits volatiles. .	58,55
Plomb réduit. . . .	23,80

Ce combustible, comme on le voit, se recommande par sa pureté, mais il ne colle pas et n'a qu'un pouvoir calorifique assez faible.

Lignite de Chambeuil (Cantal). Échantillons recueillis sur les lieux par l'ingénieur des mines.

Ce lignite constitue à Chambeuil, près de Murat sur la rive droite de l'Allagnon, une couche d'environ 1 mètre d'épaisseur subordonnée à des tufs basaltiques. Son âge plus moderne que celui du lignite de Mandailles, se révèle tout d'abord par ses caractères extérieurs, c'est même plus tôt

un bois fossile qu'un lignite. Formé en effet par l'accumulation de végétaux reconnaissables couchés et aplatis suivant le plan du gîte, il a tout l'aspect du bois fossile, il est brun clair, se laisse couper comme du bois, mais cependant se pulvérise encore facilement sous le pilon en donnant une poussière brune.

Son examen analytique a donné les résultats suivants :

Densité.	1,32
Cendres.	6,80
Coke pulvérulent. .	44,90
Produits volatiles. .	55,10
Plomb réduit. . . .	18,59

Ou résultats théoriques au lignite pur :

Densité.	1,28
Coke pulvérulent.	40,88
Produits volatiles. .	59,12
Plomb réduit. . . .	19,94

Minerai de fer de Neire-Combe (*Cantal*). Échantillons remis par MM. Mignot, maître de forge, comme provenant d'une recherche faite au lieu de Neire-Combe, commune du Vighean, près de Mauriac.

C'est un fer oxydé rouge et brun, dont la pesanteur suffirait à accuser une riche teneur en fer.

10 grammes fondus au fourneau à vent avec 3 grammes de borax, ont donné un culot de fonte, pesant grenailles comprises 4 gr. 07.

Ainsi le minerai rend sensiblement à la fonte 41 p. 0/0

Minerai de fer de Miremont (*Cantal*). Échantillons recueillis sur les lieux par l'ingénieur des mines.

Ce minerai forme de petits bancs dans les sables et argiles tertiaires sous-jacents à la nappe basaltique qui constitue le plateau de Miremont, commune de Chalvignac, près de Mauriac.

C'est un fer oxydé hydraté servant de ciment au sable argileux auquel il passe insensiblement.

10 grammes fondus avec 3 grammes de borax, ont donné un culot de fonte, pesant grenailles comprises $0^{gr.},95$.

Ce faible rendement d'environ 10 p. 0/0, n'accuse point un gîte utilement exploitable.

Essais par voie sèche de quelques minerais de fer du département de la Nièvre, recueillis sur les minières par le garde-mines de la Charité (1).

Ces essais ont été faits de la manière suivante.

On a calciné au rouge dans un creuset de platine 5 grammes de minerai réduit en poudre, pour connaître d'après la perte de poids, la quantité de matières volatiles qu'il contenait. 5 autres grammes préalablement porphyrisés ont été ensuite dissous dans l'acide muriatique bouillant, et on a recueilli et pesé le résidu insoluble en tenant compte de la manière dont l'attaque avait marché, ainsi que de la nature et des propriétés du résidu. Pour faire l'essai, on a mêlé intimement 5 grammes de minerai réduit en poudre avec une quantité de carbonate de chaux égale aux $\frac{2}{3}$ du poids des matières insolubles dans l'acide muriatique; on a introduit ce mélange dans un creuset brasqué

(1) Ces essais et ceux qui suivent immédiatement ont été faits sous la direction de l'ingénieur chargé du laboratoire, par M. Faugière, garde-mines à la station de la Charité (Nièvre).

et chauffé au fourneau à vent pendant environ deux heures. On a ensuite pesé le culot total, puis le culot de fonte réuni aux grenailles disséminées dans la scorie, et qu'on a recueillies à l'aide du barreau aimanté; le poids de la scorie a été obtenu par différence. Connaissant le poids des matières fixes soumises à l'essai, c'est-à-dire le poids du minerai calciné plus celui de la chaux ajoutée, en retranchant de ce poids total celui du culot de fonte et de la scorie, on a eu le poids de l'oxygène enlevé au minerai par réduction. Cette quantité d'oxygène devant correspondre à très-peu près à la quantité de fonte obtenue, a permis de la calculer dans le cas où l'essai n'a pas bien réussi. Enfin en retranchant de la scorie la chaux ajoutée, on a eu le poids des matières vitrifiables, se composant du résidu insoluble dans l'acide muriatique et des parties solubles dans cet acide qui ont passé dans la scorie; et encore on a eu cette dernière quantité en retranchant le poids du résidu insoluble du poids des matières vétrifiables. On a ainsi obtenu les résultats suivants.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Fer.	0,558	0,360	0,338	0,434	0,532	0,546	0,314	0,350	0,544
Oxygène	0,208	0,152	0,150	0,190	0,218	0,235	0,138	0,124	0,240
Matières volatiles. .	0,114	0,122	0,114	0,094	0,132	0,120	0,110	0,100	0,152
Mat. vitrifiables. . insolubles.	0,082	0,264	0,333	0,158	0,063	0,043	0,373	0,417	0,043
Mat. vitrifiables. . solubles. .	0,038	0,102	0,065	0,124	0,055	0,057	0,065	0,009	0,021
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Minerai de fer de Couloustre, commune de Couloustre, près Donzi (Nièvre).* Ce minerai se présente en gros grains concrétionnés d'un brun foncé formant des amas dans une argile plastique, jaunâtre, à deux mètres de profondeur moyenne. Sa poussière est jaune brun et ne donne point d'effervescence par les acides. L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai qu'on a mélangés avec $1^{gr},50$ de carbonate de chaux. L'essai était bien fondu, la scorie était vitreuse d'un gris foncé et translucide, se séparant aisément du culot de fonte.

La fonte était grise à grains très-fins; elle s'est aplatie sous le marteau et paraissait très-tenace.

(2) *Minerai de fer de Chevroux, commune de Saint-Quentin (Nièvre).* Ce minerai est en grains ronds de la grosseur d'un plomb de chasse, présentant la texture concentrique; ces grains sont jaunes à la surface, et d'un brun terne et terreux à l'intérieur. Ils constituent des amas puissants au milieu d'argiles plastiques généralement jaunâtres, à une profondeur moyenne de 5 mètres. Ils donnent une poussière jaune qui ne fait pas effervescence avec les acides.

Pour l'essai on a mélangé 5 grammes de minerai réduit en poudre avec 2 grammes de carbonate de chaux, et on a obtenu un culot bien fondu et une scorie grise verdâtre un peu transparente, se séparant bien du culot de fonte. La fonte était d'un gris clair très-tenace et un peu malléable.

(3) *Minerai de fer de Bohême, commune de Saint-Aignan, près Cosne (Nièvre).* Il se présente en grains ronds de la grosseur d'un pois à texture concentrique, d'un jaune terne à la surface

où l'on observe souvent des plaques de pyrites d'un brun noirâtre à l'intérieur. Il forme des couches minces au-dessous de la terre végétale et des amas puissants, à 3 ou 4 mètres de profondeur; sa poussière est jaune et ne fait pas effervescence avec les acides.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai qu'on a mélangés avec 2 grammes de carbonate de chaux, et on a obtenu un culot bien fondu, une scorie vitreuse presque incolore transparente, et enveloppant de toute part le culot de fonte qui était boursouflé et présentait de belles colorations irisées, dues sans doute à la présence d'un peu de titane. La fonte paraissait être d'un gris clair et cassante.

(4) *Minerai de fer de la Bourgauderie, commune de Lunery.* Ce minerai se trouve en grains concrétionnés et plus ou moins arrondis, jaunes à la surface, bruns à l'intérieur, où ils présentent la texture concentrique; on rencontre aussi au milieu de la masse quelques hématites caverneuses ou pierres d'aigle, et des scories d'anciens fourneaux à bras; il forme de petites couches à la surface du sol; sa poussière est jaune et ne donne point d'effervescence avec les acides.

Pour l'essai on a mêlé 5 grammes de ce minerai avec un gramme de carbonate de chaux; l'essai a bien fondu; la scorie était bien vitrifiée, d'un gris noir opaque et très-dur. La fonte était d'un gris clair, un peu cristalline, peu tenace, et s'est aplatie sous le marteau.

(5) *Minerai de fer de la Pisserote, commune de Lurcy-le-Bourg, près Premery.* Il se trouve en grains concrétionnés de différentes grosseurs d'un brun foncé, constituant de petites couches au

milieu d'une argile plastique, à une faible profondeur. Sa poussière est d'un jaune brun et ne donne point d'effervescence par l'acide muriatique.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai en poudre, qu'on a mélangés avec 0gr.77 de carbonate de chaux; il a très-bien fondu; on a obtenu une scorie vitreuse translucide verdâtre, qui s'est séparée aisément du culot de fonte. La fonte était blanche à grains fins, cassante et nullement malléable.

(6) *Minerai de fer de Thouez, commune de Champlemi.* Ce minerai se présente en gros fragments concrétionnés, empâtés dans une argile terreuse, d'un jaune pâle, au-dessous de la terre végétale, où il forme des amas et de petites couches. Sa poussière est jaune et ne fait pas effervescence par l'acide muriatique.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai en poudre, avec 0gr.28 de carbonate de chaux. On a obtenu un culot assez bien fondu; la scorie était vitrifiée, mais ne se séparait pas aisément du culot de fonte qui était un peu boursouflé et imprégné, par conséquent, d'un peu de scorie. On a pourtant pu peser ce culot, et le poids obtenu s'approchait sensiblement du poids de la fonte théorique obtenu au moyen de la perte d'oxygène. La fonte était d'un gris clair, tenace et un peu malléable.

(7) *Minerai de fer de la Brosse, commune de Varennes-lès-Nevers.* Il se présente en grains plus ou moins arrondis, à texture concentrique, d'un jaune pâle à la surface, brun foncé à l'intérieur, formant des couches minces et plongeantes à une faible profondeur, et des amas plus puissants

à 6 mètres de profondeur moyenne. On le trouve aussi quelquefois en gros fragments oolitiques, formés de grains ronds agglutinés par une pâte argilo-ferrugineuse d'un jaune clair. Les maîtres de forge estiment fort peu ce minerai en roche, et ne l'emploient qu'en faible proportion. La couleur de la poussière est le jaune terne; il ne fait pas effervescence par l'acide muriatique.

Pour faire l'essai, on a mêlé 5 grammes de minerai en grains, réduit en poudre avec 1gr.87 de carbonate de chaux; l'essai a bien fondu, la scorie était vitreuse et recouverte d'une pellicule mince d'un rouge de cuivre. Elle était d'un gris violacé à l'intérieur. La fonte était grise à grains fins, ayant un faible éclat métallique, peu tenace et un peu malléable.

(8) *Minerai de fer des Bruères, commune de Coulanges, près Nevers.* Il se présente en grains plus ou moins arrondis concrétionnés, d'un brun foncé à la surface, veinés de jaune à l'intérieur, où l'on observe la texture concentrique.

On le trouve en amas puissants dans une argile plastique rougeâtre, à une profondeur moyenne de 3 mètres; il est qualifié de mine chaude par les maîtres de forges qui en font cas. La poussière est jaune et se comporte sans effervescence avec les acides.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai en poudre avec 2.09 de carbonate de chaux; l'essai a très-bien fondu; la scorie était d'un gris clair, un peu violacée, bien vitreuse et translucide; la fonte était un peu bulleuse, d'un gris mélangé, à texture lamelleuse, dure, tenace et nullement malléable.

(9) *Minerai de fer de Sangué, commune de*

Lurcy-le-Bourg, près Prémery. Ce minerai se trouve en grains fins comme de la poudre de chasse, d'un brun foncé, à surface lisse, de forme lenticulaire, constituant une couche horizontale de 2 à 3 mètres de puissance, au-dessous d'une assise de calcaire compact, à structure schistoïde, pétri d'une infinité de coquillages fossiles. Ces débris organiques se rencontrent aussi en grande abondance dans la couche de minerai, et c'est sans doute à leur présence qu'il faut attribuer la nature phosphoreuse du minerai de Sangué. Sa poussière est d'un jaune brun foncé, et ne fait pas effervescence d'une manière visible avec les acides forts.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai qu'on a mélangé avec 0gr.25 de carbonate de chaux; l'essai n'a pas fondu, il avait un aspect terreux d'un gris irisé avec éclat métallique, sa poussière était attirable à l'aimant. Le tout a été pesé, et au moyen de la perte d'oxygène on a calculé le poids de la fonte.

On a aussi cherché le phosphore dans ce minerai, mais le précipité rougeâtre qu'on a obtenu par le muriate de chaux, n'a pu donner que des indications incertaines. Le poids de ce précipité était de 0gr.052.

Essais par voie sèche de quelques minerais de fer du département du Cher, recueillis sur les minières par le garde-mine de la Charité.

Ces essais ont été faits de la même manière que pour les minerais du département de la Nièvre, enregistrés plus haut. Les résultats obtenus sont les suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Fer.	0,406	0,420	0,316	0,465	0,366	0,415	0,443	0,466
Oxygène.	0,186	0,160	[illegible]	0,188	0,159	0,184	0,165	0,207
Matières volatiles. .	0,130	0,116	0,118	0,134	0,164	0,146	0,128	0,140
Mat. vitrifiables. . insolubles.	0,179	0,160	0,270	0,269	0,109	0,169	0,173	0,105
Mat. vitrifiables. . solubles. .	0,103	0,096	0,154	[illegible]	0,202	0,086	0,091	0,080
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Fer.	0,390	0,400	0,359	0,383	0,331	0,407	0,370
Oxygène	0,169	0,176	0,150	0,168	0,144	0,178	0,165
Matières volatiles	0,150	0,160	0,148	0,150	0,156	0,140	0,162
Matières vitrifiables insolubles. .	0,133	0,129	0,193	0,187	0,109	0,177	0,143
Matières vitrifiables solubles . .	0,158	0,135	0,143	0,112	0,260	0,090	0,160
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Minerai de fer de Menetou-Salon, près la Chapelle d'Angillon.* Ce minerai se présente à l'état d'une roche schisteuse, formée de feuillets de deux millimètres d'épaisseur, fort peu cohérents entre eux, ce qui donne à cette roche l'aspect d'une pâte feuilletée. Il est d'un brun foncé et donne une poussière jaune sombre, qui ne fait pas effervescence avec les acides; il constitue une couche superficielle de deux mètres de puissance moyenne, au milieu de laquelle on rencontre quelques hématites caverneuses ou pierres d'aigle.

Pour faire l'essai on a mêlé ensemble 5 grammes de minerai réduit en poudre à $0^g,60$ de carbonate de chaux; ces matières ont été introduites dans un creuset brasqué et chauffées au fourneau à vent pendant environ deux heures et demie, et on a obtenu un culot bien fondu. La scorie était bien vitrifiée, un peu noire; la fonte était d'un blanc d'argent à texture lamelleuse et très-cassante. Ce minerai étant regardé comme phosphoreux, on a dissout 5 grammes de minerai porphyrisé dans l'acide muriatique pur, reprit la dissolution par un peu d'eau, précipité le fer par un peu d'ammoniaque et versé un excès d'hydrosulfure d'ammoniaque sur le précipité d'oxyde de fer encore humide. On a laissé digérer pendant trente-six heures, séparé le sulfure et saturé la liqueur par un excès d'acide muriatique; le soufre s'est précipité et on a fait bouillir pour le rassembler, puis on l'a séparé de la dissolution par filtration; la liqueur neutralisée a enfin été traitée par le muriate de chaux et on a obtenu un précipité blanc de phosphate de chaux du poids de $0^g,047$, ce qui donne :

Acide phosphorique. .	0,026	p. 0/0.
Phosphore.	0,011	

(2) *Minerai de fer de Boucard, près Sancerre*. Il se présente en plaques d'un centimètre d'épaisseur, rougeâtres à la surface et d'un brun foncé métallique à l'intérieur paraissant formées de lames minces superposées. Sa poussière est jaunâtre, ne faisant pas effervescence avec les acides.

Pour l'essai on a fondu ensemble 5 grammes de minerai réduit en poudre, et $0^g,57$ de carbonate de chaux et on a obtenu une scorie bien fondue, vitreuse, noirâtre et qui s'est séparée aisément du

culot de fonte qui était blanc éclatant à sa surface à texture lamelleuse et très-cassant.

(3) *Minerai de fer de Saint-Palais, près la Chapelle d'Angillon.* Ce minerai se présente en fragments rocheux amorphes, d'un rouge clair violacé, à texture compacte, formant des amas puissants au milieu d'un sable argileux d'une grande finesse, à une profondeur moyenne de 4 mètres. Sa poussière est rougeâtre et ne fait pas effervescence.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai avec $0^{g},91$ de carbonate de chaux; l'essai n'a pas fondu; la scorie était terreuse et noire, elle tenait la fonte en petites grenailles dans toute sa masse et il a été impossible de l'en séparer; on a calculé son poids au moyen de la perte d'oxygène, l'essai ayant marché sans accident.

(4) *Minerai de fer de Sancergues.* Il est en grains concrétionnés, ronds et amorphes, d'un brun foncé à la surface, brun veiné de jaune-rouille à l'intérieur, à texture concentrique; il forme des couches et des amas dans l'argile plastique à une profondeur moyenne de 2 mètres. Sa poussière est jaune passant au rouge sombre violacé par la calcination. Il ne fait pas effervescence.

L'essai a été fait sur 5 grammes de minerai avec $0^{g},89$ de carbonate de chaux. Il a fondu complétement et on a obtenu une scorie bien vitrifiée, noirâtre, translucide, et un culot de fonte grise, tenace et malléable.

(5) *Minerai de fer de Germigny-l'Exempte, près la Guierche.* C'est un minerai oolitique en grains ronds et uniformes gros comme un petit pois, d'un jaune terne à la surface, brun à l'intérieur, à texture concentrique. Il constitue au mi-

lieu d'argiles plastiques des amas puissants exploités par puits et galeries à 20 mètres de profondeur. Sa poussière est jaune pâle passant au rouge sombre par calcination. Il ne donne pas d'effervescence.

Pour l'essai, 5 grammes de minerai en poudre ont été fondus avec $0^g,36$ de carbonate de chaux. L'essai a très-bien fondu, la scorie était vitreuse, grise et translucide; la fonte était d'un gris clair ayant fortement l'éclat métallique, et s'est un peu aplatie sous le marteau.

(6) *Minerai de fer du Verniol, commune de Sancergues.* Ce minerai est analogue à celui de Sancergues, il est en grains concrétionnés, ronds et amorphes, d'un brun foncé, constituant des couches et des amas au milieu d'argiles plastiques. Il ne donne pas d'effervescence.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai cru avec $1^g,32$ de carbonate de chaux et $0^g,32$ d'argile. L'essai n'a pas bien fondu mais le fer était réduit, et on a pu par la perte de poids calculer la quantité de fonte. L'argile ajoutée était destinée à saturer la grande proportion de silice contenue dans la gangue de ce minerai; il paraît toutefois que les proportions employées n'étaient pas convenables pour obtenir un silicate fusible.

(7) *Minerai de fer de Poisieux, près Charost, mine en roche.* Ce minerai se présente en gros blocs oolitiques, formés de grains ferrugineux ronds, d'un brun foncé, à texture concentrique, agglutinés par une pâte argileuse blanchâtre très-consistante. Ces blocs se rencontrent isolés au milieu des amas de minerai granulaire. Sa poussière est jaune pâle passant au rouge terne par la cal-

cination. Il ne donne pas d'effervescence dans les acides.

Pour l'essai, 10 grammes de minerai réduit en poudre ont été mélangés avec 1g,15 de carbonate de chaux et chauffés au fourneau à vent. On a obtenu un culot bien formé. La scorie était vitreuse, gris foncé et translucide. La fonte était d'un gris mélangé, à grains fins et serrés, très-tenace et un peu malléable.

(8) *Minerai de fer de Poisieux* (variété granulaire). Il se trouve en grains ronds, bruns et lisses à la surface également bruns à l'intérieur, à texture concentrique, constituant des amas plus ou moins puissants dans l'argile plastique à une profondeur moyenne de 3 mètres. Il se dissout sans effervescence dans l'acide muriatique.

Pour faire l'essai on a mélangé 10 grammes de minerai en poudre avec 0g,63 de carbonate de chaux. L'essai a imparfaitement fondu, la fonte y était disséminée en petites grenailles et il a été impossible de l'isoler, mais on a calculé son poids.

(9) *Minerai de fer de La Raquinerie, commune de Menetou-Couture*. Ce minerai se présente en grains concrétionnés ronds, de la grosseur d'un pois, d'un jaune terne à la surface et bruns à l'intérieur; constituant des veines inclinées peu puissantes et d'énormes amas dans une argile sèche, blanchâtre, feuilletée, dite castillard et aussi dans l'argile plastique jaunâtre. Il est exploité par puits et galeries à une profondeur de 20 mètres. Sa poussière, d'un jaune pâle, passe au rouge-brun violet par la calcination. Il se dissout sans effervescence dans l'acide muriatique.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai en

poudre avec $0^g,885$ de carbonate de chaux, on a obtenu un culot bien fondu, et une scorie vitreuse recouverte d'une pellicule rougeâtre, grise à l'intérieur et translucide. La fonte était grise, à grains fins, durs et un peu malléables.

(10) *Minerai de la Raquinerie* (mine en roche). Il se trouve en gros blocs oolitiques formés de grains ronds, bruns, à texture concentrique, agglutinés par une pâte argilo-ferrugineuse, brune, peu cohérente. Il a le même gisement que la mine en grains. Il se dissout également sans effervescence dans les acides.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai en poudre avec $0^g,90$ de carbonate de chaux, l'essai a assez bien fondu, mais une grande partie de la fonte se trouvait disséminée en grenailles au milieu de la scorie. Ces grenailles ont été recueillies avec soin et réunies au culot de fonte ont donné un poids concordant assez bien avec celui qu'on a obtenu par la vérification. La fonte était de même nature que celle obtenue de la mine en grains.

(11) *Minerai de fer du Bois de Tiregorge, commune de Saint-Florent.* Il se présente en grains concrétionnés amorphes de la grosseur d'une noix et au-dessous, d'un brun foncé avec des stries jaunâtres à l'intérieur. Il forme des couches superficielles minces et très-inclinées, communiquant avec des amas considérables, au milieu d'une argile schistoïde dite *Castillard*. Sa poussière est jaune et ne fait pas effervescence par les acides.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai avec $1^g,28$ de carbonate de chaux, l'essai n'a pas fondu, il était terreux, noirâtre, parsemé de points brillants microscopiques. Le poids de la fonte a été calculé.

(12) *Minerai de fer de Boisratier, commune de Saint-Florent.* Il est analogue au précédent, on le trouve en amas à une profondeur de 2 mètres dans l'argile plastique.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai avec $1^g,24$ de carbonate de chaux; l'essai n'a pas fondu, il était terreux et noirâtre et contenait de la fonte scoriforme dans son milieu. La quantité de fonte a été calculée par la perte de poids des matières soumises à l'essai.

(13) *Minerai de fer de Rozières, commune de Lunery.* Il est en grains ronds de la grosseur d'un poids, d'un brun foncé et luisant à la surface, à structure concentrique, constituant des amas très-considérables au milieu d'une argile rouge peu plastique, à une profondeur moyenne de 20 mètres. Sa poussière est jaune et passe au rouge violet par le grillage.

Pour l'essai on a fondu ensemble 10 grammes de minerai en poudre et $0^g,724$ de carbonate de chaux. La scorie était bien vitrifiée d'un gris foncé et un peu translucide; la fonte réunie en un seul culot était d'un gris clair, dure et cassante.

(14) *Minerai de fer de Chanteloup, commune de Lunery.* Minerai concrétionné, en grains de la grosseur d'une noisette, ronds ou amorphes, d'un brun terne et jaunâtre, formant des amas puissants au milieu d'argiles plastiques, à une profondeur de 15 à 20 mètres. Sa poussière est jaune et devient rouge fauve par la calcination.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai en poudre qu'on a mélangés avec $1^g,17$ de carbonate de chaux. L'essai a bien fondu, on a obtenu une scorie vitreuse, noirâtre et un peu translucide, et un culot de fonte grise un peu malléable.

(15) *Minerai calcaire de La Chapelle-Saint-Ursin, près Bourges.* C'est un minerai en grains ronds de la grosseur d'un pois, d'un jaune terne à la surface, brun à l'intérieur et à texture concentrique, constituant des couches et des amas au milieu d'une marne très-argileuse, blanchâtre et dans l'argile plastique a 2 ou 3 mètres de profondeur. Sa poussière est jaune et donne une effervescence sensible avec les acides forts.

L'essai a été fait sur 10 grammes de minerai réduit en poudre qu'on a mélangés avec 1g,65 d'argile de Courpière perdant 0,11 par la calcination. Cette quantité d'argile avait été calculée de manière à saturer le carbonate de chaux contenu dans le minerai ; toutefois, l'essai n'a pas bien réussi, et l'on a pu en séparer la fonte disséminée en grenailles à sa surface et formant aussi en son milieu un petit culot scoriforme. La teneur en fer a été calculée au moyen de la perte de poids représentant la quantité d'oxygène résultant de la réduction du minerai soumis à l'essai.

Analyse de deux fontes produites dans l'usine de Montluçon (Allier) (1).

L'analyse de ces deux fontes a été faite de la manière suivante : 1° Pour rechercher le carbone on a réduit les fontes en poudre impalpable par le pilon, et on a exposé 10 grammes de cette poussière à l'air après l'avoir humectée avec de l'eau acidulée. L'oxy-

(1) Cette analyse et les essais qui suivent ont été faits au laboratoire de Clermont par M. Boulanger, ingénieur des mines chargé du sous-arrondissement minéralogique de Moulins.

dation a marché rapidement en humectant chaque jour l'oxyde qui s'était produit : au bout de 12 jours on a dissous l'oxyde qui s'était formé dans l'acide muriatique : il ne s'est opéré aucun dégagement de gaz, ce qui annonçait que tout le métal s'était oxydé; on a filtré la liqueur et obtenu sur le filtre le charbon mêlé à de la silice. Ce mélange séché a été introduit dans un tube de verre fermé par un bout que l'on a chauffé au rouge à la lampe à l'alcool. On a pesé le tout qui, ensuite exposé au grillage, a donné la silice et par différence le carbone. Pour doser les autres matières on a traité 10 grammes de limaille de fonte par de l'eau régale avec excès d'acide muriatique. La liqueur a été évaporée complétement à sec, puis on a repris par de l'acide muriatique et rapproché jusqu'à consistance sirupeuse, on a étendu d'eau et filtré. Le résidu grillé a donné la silice et par suite le silicium.

La liqueur a été précipitée par l'ammoniaque et filtrée; puis, ayant été rendue acide elle a été précipitée par le muriate de baryte pour avoir le soufre que pouvait contenir la fonte.

Quant au phosphore, il devait se trouver à l'état d'acide phosphorique dans le précipité d'oxyde de fer. Cet acide humide a été mis en digestion dans de l'hydrosulfate d'ammoniaque en excès pendant trente-six heures exposé à une douce chaleur; au bout de ce temps on a filtré le sulfure de fer et puis saturé la liqueur par de l'acide muriatique; après avoir fait bouillir et filtré pour séparer le soufre, on a versé dans cette liqueur du muriate de chaux, et il s'est précipité du phosphate de chaux, d'où l'on a déduit le phosphore. On a ainsi obtenu les résultats suivants :

	(1)	(2)
Fer.	0,901	0,932
Carbone. . .	0,015	0,020
Silicium. . .	0,081	0,047
Phosphore.	0,003	»
Soufre. . .	traces.	»

(1) Fonte blanche un peu lamellaire très-cassante et facile à réduire en poudre par le pilon. Elle a été obtenue par les charges suivantes :

Minerai de Sainte-Agathe (Allier).	900 k.
Combustible coke de Commentry. .	360
Anthracite du Marais.	30
Castine.	90

(2) Fonte grise à grains fins; douce cependant, elle se laisse réduire en poussière par le pilon. Elle a été obtenue par les charges suivantes :

Minerai de Dun-le-Roy. .	450 k.
Coke de Commentry. . .	290
Castine.	140

Ces fontes sont remarquables par la petite quantité de carbone qu'elles renferment, et surtout par la grande proportion de silicium contenue dans la fonte n° 1. Il faudrait probablement, comme on l'a fait pour la fonte n° 2, forcer la proportion de castine.

Minerai de cuivre d'Isserpeut (Allier).

Ce minerai provient de recherches entreprises près le domaine des Roches, commune d'Isserpeut; jusqu'alors on n'avait trouvé que du carbonate vert et de l'oxyde rouge disséminé dans une gangue stéatiteuse. Le minerai dont il s'agit renferme en outre une matière métallique grise insoluble dans l'acide métallique, se coupant au couteau, et donnant dans l'eau régale une dissolution de cuivre et du soufre qui s'est réuni en un seul

morceau. Cette matière a ainsi tous les caractères du sulfure de cuivre, et cette substance est sans doute celle qui a donné naissance au carbonate vert et à l'oxyde rouge qui constituent la masse du minerai.

Pour l'essayer on a grillé 10 grammes de ce minerai, afin de transformer le sulfure en oxyde, puis on l'a mêlé avec 20 grammes de flux noir, et 10 grammes de borax. On a obtenu un culot de cuivre pesant 3gr.67. Il en résulterait ainsi que le minerai dont il s'agit renfermerait 36.7 p. o/o de cuivre.

Essai par voie sèche de quelques minerais de fer du département de l'Allier.

Ces essais ont été faits de la manière suivante. On a traité 5 grammes de minerai réduit en poudre et porphyrisé par l'acide muriatique, et on a pesé le résidu insoluble. 10 grammes de minerai en poudre ont été mêlés avec une quantité de carbonate de chaux égale aux $\frac{1}{3}$ du poids du résidu insoluble, et on a chauffé le tout au fourneau à vent. On a pesé le culot et la scorie obtenue; d'un autre côté, on a chauffé au rouge 10 grammes de minerai pour connaître là quantité d'eau qu'il perdait; connaissant le poids du minerai calciné, la quantité de chaux ajoutée, et retranchant de ce poids total celui du culot et de la scorie, on a le poids de l'oxygène enlevé au minerai par la réduction; quand du poids des scories on a retranché la chaux ajoutée, il reste les matières insolubles dans l'acide nitrique, plus les matières solubles dans cet acide, et qui ont passé dans les scories; on peut donc les déduire par soustraction.

Pour quelques minerais, on a recherché la quantité d'acide phosphorique qu'ils pouvaient contenir en précipitant la dissolution hydrochlorique du minerai par l'ammoniaque, faisant digérer le résidu dans de l'hydrosulfate d'ammoniaque et recherchant l'acide phosphorique dans la liqueur débarrassée du sulfure de fer; on a ainsi obtenu les résultats suivants.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Fer.	0,360	0,305	0,348	0,541	0,645	0,643	0,434	0,504	0,433	0,544
Oxygène.	0,160	0,129	0,147	0,225	0,275	0,281	0,191	0,249	0,198	0,292
Matières volatiles.	0,052	0,082	0,120	0,058	0,030	0,026	0,116	0,122	0,104	0,130
Mat. vitrifiables. insolubles.	0,396	0,298	0,340	0,176	0,050	0,052	0,182	0,030	0,242	0,020
Mat. vitrifiables. solubles. .	0,029	0,186	0,045	»	»	»	0,067	0,035	0,023	0,014
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Minerai des Gouttes-Pommière, commune de Saligny*. Ce minerai est en grains disséminés au milieu d'argiles tertiaires; ces grains sont plus ou moins arrondis, à texture compacte et non concentrique. Ils paraissent provenir de débris roulés de minerais préexistants au terrain tertiaire, et non point comme ceux du Berry, avoir été produits à l'époque de la formation tertiaire. La surface des grains est d'un jaune sale, l'intérieur d'un rouge brun; la poussière est jaune pâle.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes de ce minerai avec $2^{gr},70$ de carbonate de chaux. On a obtenu un culot bien fondu de fonte truitée, difficile à casser. La scorie était bien vitrifiée.

(2) *Minerai de Bagnolet.* Ce minerai se trouve dans la partie occidentale de la forêt de Bagnolet, et forme des fragments amorphes composés de grains agglutinés; la texture de ces grains est compacte, et la cassure est rouge brun ou jaune sale; ce minerai se trouve au milieu d'argiles tertiaires.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes de ce minerai avec 2 grammes de carbonate de chaux. La fonte en grenailles était disséminée dans la scorie qui était assez mal vitrifiée.

(3) *Minerai de Bourbon-l'Archambault.* Ce minerai forme des plaques de 3 à 4 millimètres d'un rouge brun foncé; il se trouve au milieu de couches de grès plus ou moins ferrugineux appartenant au terrain de grès des marnes irisées; on l'exploitait à environ 4 kilomètres de Bourbon-l'Archambault, entre la route et la rivière de la Barge. La poussière de ce minerai est rouge clair très-peu dense.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes avec 2,40 de carbonate de chaux. Le culot a très-bien fondu.

(4) *Minerai de chez Pradet, commune d'Isserpent.* Ce minerai est en roche et paraît former un filon dans le granite. C'est une hématite rouge à cassure compacte et conchoïde. La poussière est rouge foncé.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes avec $1^{gr},20$ de carbonate de chaux. La scorie était bleue et très-boursouflée; le culot mal rassemblé n'a pu être pesé seul.

(5) *Minerai de Castelperron.* Ce minerai est en roche et forme des filons au milieu du granite porphyroïde; il est en masse rouge brun foncé avec quelques parties terreuses d'un rouge plus

clair; la poussière est rouge foncé. C'est une hématite rouge.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes avec 0,40 de carbonate de chaux. Le culot de fonte était bien rassemblé, mais la scorie attachée aux parois du creuset n'a pu être pesée. La fonte était grise à grains très-fins.

(6) *Minerai de Chiliens, près Ebreuil.* Minerai en roche disséminé en fragments à la surface du sol, près la route d'Ebreuil à Gannat, et à la limite des communes d'Ebreuil et de Gannat. On n'a pas encore trouvé le gisement de ce minerai; c'est une hématite rouge à cassure compacte.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes de ce minerai avec 0,35 de carbonate de chaux. La scorie bien fondue était un verre blanc transparent. La fonte était grise.

(7) *Minerai du Moulin-Gallet, commune de Chasemais.* Minerai en roche un peu terreux qui se trouve au milieu du gneiss. C'est une hématite brune dont la poussière est jaune clair.

Pour l'essai on a mêlé 10 grammes avec 1,20 de carbonate de chaux. On a eu un culot de fonte blanche cassante et une scorie bien vitrifiée.

(8) *Minerai de Sainte-Agathe.* Il forme une sorte de couche au milieu du gneiss, et d'après les quelques travaux qui y ont été faits, cette couche a environ 1 mètre d'épaisseur moyenne. Le minerai est souvent mélangé de gneiss ferrugineux; dans les parties les plus pures il est brun foncé, à cassure, compacte; sa poussière est jaunâtre : c'est une hématite brune.

Pour l'essai de l'échantillon dont il s'agit, on a mêlé 10 gr. avec 0,20 de carbonate de chaux : on a eu un culot de fonte grise cassante; la scorie était bulleuse, mal réunie.

On a trouvé dans ce minerai 0,010 d'acide phosphorique.

(9) *Minerai de la Cour, commune de Vesdan (Cher).* Ce minerai se trouve dans le Cher, sur la limite du département de l'Allier et du Cher; son gisement est analogue au précédent. Il forme une couche dans le gneiss : c'est aussi une hématite brune. L'échantillon soumis à l'essai n'était pas très-pur et contenait un peu de gneiss ferrugineux. On a mêlé 10 gr. de ce minerai avec 1g,60 de carbonate de chaux; on a eu un culot de fonte blanche cassante et une scorie bien vitrifiée.

Ce minerai renferme des traces d'acide phosphorique.

(10) *Minerai de Saint-Léon.* C'est une hématite brune qui se trouve associée à des masses quartzeuses, très-ferrugineuse, formant une couche dans le terrain de transition de la montagne du Puy-Saint-Léon. L'exploitation est ouverte sur le flanc oriental de cette montagne.

Pour faire l'essai, on a mêlé 10 gr. de minerai avec 0,1 de carbonate de chaux. Le culot de fonte était gris; la scorie était un verre blanc transparent.

Ce minerai contient en outre 0,011 d'acide phosphorique.

Essais de quelques pierres calcaires du département de l'Allier.

Ces essais ayant principalement pour but de rechercher la nature de ces calcaires comme pierres à chaux, ont été faits de la manière suivante. On a dissous le calcaire en poudre par l'acide nitrique faible et à froid : quand l'effervescence a

cessé, on a fait un peu chauffer, on a filtré et pesé le résidu insoluble. Dans la liqueur on a recherché la magnésie par le phosphate de soude. Dans la plupart des calcaires magnésiens, on a préféré obtenir la magnésie en la précipitant de la liqueur par un excès d'eau de chaux. Dans tous les cas, la magnésie était quelquefois un peu rougie par de l'oxyde de fer dissous en petite quantité dans l'acide nitrique. On n'a pas tenu compte de ce fer.

On a ainsi obtenu les résultats suivants :

	Marmignolles. (1)	Marmignolles. (2)	La Châtre. (3)	Le Puais. (4)	Chassat. (5)	Naves. (6)	Sussel. (7)	Perroux. (8)	Bagnelier. (9)	Blanches. (10)
Carbonate de chaux.	0,967	0,842	0,935	0,937	0,975	0,955	0,978	0,985	0,939	0,982
Id. de magnésie.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Résidu argileux . .	0,033	0,158	0,065	0,063	0,025	0,045	0,022	0,015	0,061	0,018
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Vernet. (11)	Vernet. (12)	Montlibre. (13)	Château-Gaillard. (14)	La Rue. (15)	La Sent. (16)	Grottes des fées. (17)	Champ-Fézard. (18)	Terrefort. (19)	Langis. (20)
Carbonate de chaux.	0,939	0,968	0,982	0,875	0,985	0,975	0,850	0,759	0,829	0,949
Id. de magnésie.	»	»	»	»	»	»	»	»	0,122	»
Résidu argileux . .	0,071	0,032	0,018	0,125	0,015	0,025	0,150	0,241	0,049	0,051
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Montilly. (21)	Toury. (22)	Maison-Rouge. (23)	Canal du Cher. (24)	Camp du Cher. (25)	Champ Bujon. (26)	Champ Marin. (27)	Champ Mazerat. (28)	Champ Langlais. (29)	Chantereau. (30)
Carbonate de chaux.	0,873	0,956	0,747	0,718	0,700	0,957	0,906	0,954	0,916	0,918
Id. de magnésie.	0,030	0,036	0,224	traces	0,185	0,020	0,062	traces	0,029	0,036
Résidu argileux . .	0,097	0,008	0,029	0,282	0,115	0,023	0,032	0,046	0,055	0,046
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Tronçaye. (31)	Bonnains. (32)	Commune de Bessaie. (33)	Bessaie. (34)	Bessaie. (35)	Bessaie. (36)	Bourris. (37)	Bourris. (38)	Bussières. (39)	Ferrières. (40)
Carbonate de chaux.	0,895	0,789	0,646	0,523	0,644	0,558	0,654	0,271	0,953	0,970
Id. de magnésie.	0,032	0,185	0,132	0,441	0,290	0,389	0,033	0,146	0,016	»
Résidu argileux . .	0,073	0,026	0.222	0,036	0,063	6,053	0,313	0,583	0,031	0,030
	1,000	1,000	1.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Calcaires du terrain tertiaire.

(1) (2) *Calcaire de Marmignolles*, commune de Desertime, près Montluçon. Calcaire blanc, grenu, avec quelques petites couches de calcaire cristallisé : il forme des rognons et est très-dur. Le résidu dans l'acide nitrique est blanc gélatineux.

(3) *Calcaire de la Châtre*, en rognons dans des argiles formant un lambeau isolé de terrain tertiaire dans la commune de Vernay, près Montluçon. Analogue aux précédents. Le résidu est un mélange d'argile et de quartz grenu blanc.

(4) *Calcaire de la carrière du Puais*, près Gannat. Il est en rognons avec quelques tubes de frigame, assez tendre; sa poussière est jaunâtre. Le résidu est argileux.

(5) *Calcaire de Chassat*, commune de Bellenave. Ce calcaire, exploité pour pierre, est grenu, dur; sa poussière est blanche.

(6) *Calcaire de Naves*. Concrétionné, à cassure compacte, peu dur; sa poussière est blanche. Il laisse dans l'acide nitrique un résidu argileux blanc.

(7) *Calcaire de la cabane du Loup*, commune de Sussel : exploité pour pierre à chaux. Il est concrétionné, à couches concentriques, texture rubannée, assez dur; sa poussière est blanche; le résidu argileux.

(8) *Calcaire de Perroux*, commune de Charroux. Compacte, gris jaunâtre, à cassure très-esquilleuse; poussière blanche; résidu argileux rougeâtre.

(9) *Calcaire de Bagnetière*, commune d'Ebreuil. Grenu, blanc, dur; sa poussière est blanche; le résidu est un mélange d'argile et de quartz blanc.

(10) *Calcaire de la carrière des Blanches*, exploité pour pierre de taille. Il est gris, compacte, à cassure esquilleuse; poussière d'un blanc grisâtre; résidu argileux un peu rougeâtre.

(11) *Calcaire des carrières de Vernet*, canton de Cusset. Gris verdâtre, très-tendre, contenant

des empreintes d'hélices; poussière blanchâtre; résidu argileux.

(12) *Calcaire de Vernet*, exploité pour pierre de taille. Fétide, à grains grossiers; résidu argileux un peu rougeâtre.

(13) *Calcaire de Montlibre*, près Gannat, exploité pour pierre de taille. Fétide, analogue au précédent; résidu argileux rougeâtre.

(14) *Calcaire marneux*, formant la base des bancs de pierre de taille de la carrière du Château-Gaillard, près Chatelus, commune de Besson. D'un blanc verdâtre très-tendre; résidu argileux.

(15) *Calcaire de la Rue*, commune de Vicq. Calcaire gris, grenu, fétide, exploité pour pierre de taille; résidu argileux.

(16) *Calcaire de la Seut*, route n° 753, près le 6e kilomètre. Calcaire compacte, blanc, à cassure très-esquilleuse, dur; résidu composé d'argile et de quartz blanc.

(17) *Calcaire de la grotte des Fées*, commune de Châtel-Perron, exploité pour les fours à chaux de Châtel-Perron. Calcaire concrétionné, blanc, peu dur; poussière blanche; résidu argileux blanchâtre.

(18) *Calcaire de Champ-Fezard*, route n° 7. Calcaire jaunâtre, compacte, à cassure esquilleuse; on y voit des veinules de silex blanc; le résidu jaunâtre se compose d'un peu d'argile et de beaucoup de quartz.

(19) *Calcaire de Terrefort*, route n° 153, commune de Souvigny. Calcaire grenu, gris noirâtre, dur, à résidu gris, argileux.

(20) *Calcaire de Longy*, près Varennes. Concrétionné, jaunâtre, un peu caverneux; résidu argileux, avec un peu de sable.

(21) *Calcaire de Montilly.*

(22) *Calcaire de la commune de Toury.* Calcaire blanchâtre, concrétionné, à petites zones concentriques, dur; résidu argileux.

Calcaire oolitique.

(23) *Calcaire de la Maison-Rouge,* près Letetton, commune d'Orçay. Compacte, dur; résidu noirâtre, argileux.

Calcaires du lias.

(24) (25) *Calcaire marneux*, gris bleuâtre, des berges du canal du Cher. Calcaire peu dur, terreux; résidu noirâtre.

(26) *Calcaire du champ Bujon*, commune d'Ainay-le-Château. Blanc, grenu, cassure saccharoïde; poussière blanche; résidu argileux, rougeâtre.

(27) *Calcaire du champ Maria*, commune d'Ainay-le-Château. Jaunâtre, dur, à cassure très-unie, présentant quelques taches noires de manganèse; résidu argileux.

(28) *Calcaire du champ Mazerat*, commune d'Ainay-le-Château. Compacte, à cassure esquilleuse, jaunâtre; résidu argileux, rouge.

(29) *Calcaire du champ Langlois*, commune d'Ainay-le-Château. Calcaire compacte; résidu noir, argileux.

(30) *Calcaire de Chantereau*, commune d'Ainay. Calcaire jaunâtre, cristallin; résidu rouge.

(31) *Calcaire de la commune de Pacé*, près du Tronçay. Calcaire compacte, jaunâtre.

(32) *Calcaire de Bonnaire*, près le Veurdu. Compacte, dur; exploité pour pierre de taille; résidu argileux, rouge.

(33) (34) (35) (36). *Calcaires de la commune de Bessais.* D'un grain rougeâtre plus ou moins

foncé, en général terreux ; le résidu dans l'acide nitrique est rouge, et la magnésie qu'ils contiennent colorée par un peu de fer.

(37) (38) *Calcaires de la carrière des Bourris*, près Souvigny. Calcaire gris noirâtre, associé avec du silex noir ; se trouve à la base du terrain de grès des marnes irisées. Ce calcaire est dur, formé de petites couches de $0^m,15$ à $0^m,20$ d'épaisseur. La puissance totale des bancs calcaires peut être de 1 mètre.

(39) *Calcaire de Buxière-la-Grue*. Dans les mêmes circonstances que le précédent : il est moins noir et paraît plus pur.

(40) *Calcaire de Ferrières*, canton du Mayet-de-Montagne. Appartient au terrain de transition. Ce calcaire est saccharoïde, d'un gris bleuâtre, et exploité pour faire de la chaux.

LABORATOIRE DE MARSEILLE,

Dirigé par M. *Diday*, ingénieur des mines.

I. *Combustibles*.

On a commencé cette année l'analyse des diverses variétés de charbon du terrain à lignite des Bouches-du-Rhône.

Ce terrain renferme sept couches exploitables ; mais les analyses faites en 1843 n'ont eu pour objet que les lignites provenant de la couche inférieure, qui est la plus puissante et celle dont l'exploitation est la plus avantageuse.

Cette couche, dite *la Grande-Mine*, a une épaisseur qui varie de $1^m,50$ à 2 mètres. Elle est divisée, par des lits de calcaire plus ou moins argileux, en trois bancs principaux, ou *mènes*.

Le banc supérieur, appelé par les mineurs du pays *Mène du haut*, est en général plus schisteux et plus friable que les deux autres : il contient ordinairement aussi une plus forte proportion de soufre.

Le banc du milieu, dit le *Bleu*, est le plus épais : il donne du charbon en gros morceaux et ordinairement de belle quantité.

Le banc inférieur, ou la *Menette*, donne un charbon un peu moins flambant que celui du *Bleu*, mais plus dur, plus compacte et ordinairement moins sulfureux.

Dans les roches qui accompagnent ces trois bancs on trouve intercallées deux petites veines de charbon, en général dur et d'assez bonne qualité. L'une de ces veines se trouve entre le *Bleu* et la *Menette*, on la désigne sous le nom de *Feuillet de maître Jean*; l'autre, qui est inférieure à la *Menette*, est appelée la *Fortune*. Ce n'est que dans les mines où leur épaisseur est un peu plus considérable qu'à l'ordinaire, qu'on trouve de l'avantage à briser les morceaux de rocher pour en retirer le charbon de ces deux veines.

Enfin, au-dessous de la *Fortune*, et séparées d'elle par un banc assez épais de calcaire, se trouvent d'autres couches de charbon auxquelles on donne le nom de *Croûtes* ou *Rastoubles*. Le charbon des *Rastoubles* est en général friable, terreux et très-sulfureux. Il produit beaucoup de menus que l'on ne peut extraire en totalité avec les procédés actuels d'exploitation, et qui donnent fréquemment lieu à des incendies souterrains. Les *Rastoubles*, dont l'épaisseur est très-variable, ne sont pas exploitées dans toutes les concessions.

A. *Lignites de Gréasque.* — Ils proviennent des travaux du puits vertical foncé dans la grande concession, au quartier de la Dubreuil. Cette exploitation fournit des charbons d'une excellente qualité, quoique un peu inférieurs cependant à ceux du Rocher bleu, dont une analyse a été donnée dans le compte rendu de 1841.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Matières volatiles.	0,490	0,480	0,496	0,516
Charbon.	0,482	0,485	0,456	0,419
Cendres.	0,028	0,035	0,048	0,065
	1,000	1,000	1,000	1,000
Composition des cendres.				
Carbonate de chaux.	0,536	0,400	0,375	0,169
Oxyde de fer.	0,286	0,486	0,479	0,370
Argile.	0,178	0,114	0,146	0,461
	1,000	1,000	1,000	1,000
Pouvoir calorifique rapporté à celui du carbone pur pris pour unité.	0,668	0,685	0,681	0,640

	(5)	(6)	(7)	(8)
Matières volatiles.	0,523	0,478	0,437	0,539
Charbon.	0,447	0,437	0,413	0,391
Cendres.	0,030	0,085	0,150	0,070
	1,000	1,000	1,000	1,000
Composition des cendres.				
Carbonate de chaux.	0,367	0,153	0,120	0,414
Oxyde de fer.	0,407	0,306	0,314	0,172
Argile.	0,166	0,541	0,566	0,414
	1,000	1,000	1,000	1,000
Pouvoir calorifique.	0,656	0,643	0,615	0,664

(1) *Mène du haut*. Charbon assez beau, quoiqu'un peu schisteux et terne. Il donne un coke assez fendillé, d'un gris métallique; les cendres sont grises.

Il contient 0,0093 de soufre, soit à l'état de pyrites, soit à l'état natif.

(2) *Bleu*. Charbon très-beau, léger, brillant, à cassure conchoïde; coke assez compacte, moins fendillé que le précédent, d'un gris métallique: cendres d'un gris rougeâtre.

Il contient 0,0116 de soufre.

(3) *Menette*. Charbon un peu plus compacte que le précédent, aussi brillant, mais se brisant suivant trois plans perpendiculaires entre eux; coke d'un gris métallique, fendillé dans deux sens seulement, de manière à présenter l'aspect fibreux : cendres d'un gris rose.

Il contient 0,0093 de soufre.

(4) *Feuillet de maître Jean*. Charbon très-léger et plus flambant que ceux qui précèdent; coke assez fendillé, d'un gris métallique : cendres d'un gris foncé.

Il contient 0,0166 de soufre.

(5) *Veine de la Fortune*. Charbon un peu schisteux, assez brillant, la cassure en travers inégale; coke très-brillant, léger, peu fendillé; les morceaux ont même une certaine adhérence entre eux : cendres grises.

Il contient 0,0173 de soufre.

(6) (7) (8) *Charbons de Rastoubles*.

(6) Banc supérieur, dit *la Saoude*. Charbon schisteux, assez terreux, à cassure inégale; coke terne, peu fendillé : cendres grises.

Il contient 0,0190 de soufre.

(7) Second banc, dit *la Menette des Rastou-*

bles. Charbon et coke assez semblables à ceux de la Saoude : cendres d'un gris violet.

Il contient 0,0326 de soufre.

(8) Banc inférieur, dit *la Ravette des Rastoubles*. Lignite plus brillant et plus compacte que les deux précédents, à cassure esquilleuse : coke assez beau, peu fendillé : cendres grises.

Il contient 0,0176 de soufre.

B. *Lignites de Peipin*. — Ils proviennent des travaux asséchés par la galerie d'écoulement du quartier de la Baume-des-Marrons, dans la concession de Peipin et Saint-Savournin (Nord). Ce sont des charbons de moyenne qualité.

	(1)	(2)	(3)
Matières volatiles	0,456	0,486	0,472
Charbon	0,432	0,476	0,497
Cendres	0,112	0,038	0,031
	1,000	1,000	1,000
Composition des cendres.			
Carbonate de chaux	0,205	0,526	0,613
Oxyde de fer	0,491	0,288	0,322
Argile	0,304	0,186	0,065
	1,000	1,000	1,000
Pouvoir calorifique	0,625	0,656	0,663

(1) *Mène du haut*. Charbon pierreux, un peu schisteux et terne; coke peu fendillé, d'un gris terne : cendres d'un rouge foncé.

Il contient 0,0387 de soufre.

(2) *Bleu.* Charbon compacte, très-dur, à cassure terreuse, brûlant avec une flamme plus courte que celle de la plupart des lignites du pays; coke assez fendillé, d'un gris métallique : cendres d'un gris rose.

Il contient 0,0223 de soufre.

(3) *Menette.* Charbon et coke assez semblables au précédent : cendres blanches.

Il contient 0,0156 de soufre.

C. *Lignites de Trets.* — Ils proviennent des travaux du puits de la Machine dans la concession de Trets. Ce sont des charbons de bonne qualité, moins bons cependant que ceux que l'on exploitait il y a quelques années dans la même concession. Les charbons de Trets paraissent en général plus bitumineux que la plupart des autres lignites du département. Calcinés en vase clos, ils donnent quelquefois un coke un peu fritté, et dont les fragments sont soudés les uns aux autres.

Dans les travaux du puits de la Machine, le Bleu est ordinairement divisé en deux parties par un banc d'argile.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Matières volatiles.	0,506	0,518	0,457	0,489
Charbon.	0,432	0,452	0,383	0,409
Cendres.	0,062	0,030	0,160	0,102
	1,000	1,000	1,000	1,000
Composition des cendres.				
Carbonate de chaux. . . .	0,258	0,433	0,100	0,156
Oxyde de fer.	0,322	0,333	0,500	0,286
Argile.	0,420	0,234	0,400	0,558
	1,000	1,000	1,000	1,000
Pouvoir calorifique.	0,696	0,709	0,594	0,647

(1) *Mène du haut*. Charbon léger, brillant, assez fragile, à cassure carrée ; il est très-flambant, se boursoufle et colle un peu en brûlant ; coke un peu fritté et dont les morceaux ont une certaine adhérence entre eux : cendres d'un gris foncé.

Il contient 0,0243 de soufre.

(2) Banc supérieur du *Bleu*. Charbon assez semblable au précédent, un peu plus dur, brûlant de la même manière ; coke également semblable à celui que donne le n° 1 : cendres d'un gris clair.

Il contient 0,0146 de soufre.

(3) Banc inférieur du *Bleu*. Charbon schisteux, plus terreux et plus friable que ceux des deux premiers bancs ; coke fendillé : cendres d'un brun foncé.

Il contient 0,0583 de soufre.

(4) *Menette*. Charbon schisteux, un peu plus beau que le précédent ; coke assez fendillé et d'un gris terne : cendres d'un gris violet.

Il contient 0,0270 de soufre.

D. *Lignites d'Auriol*. — Ils proviennent des travaux du puits Astyanax, situé dans la concession d'Auriol, au quartier du Pradel. La qualité des charbons de cette concession est très-variable. Les échantillons analysés représentent à peu près la moyenne des produits de l'exploitation actuelle du Pradel.

	(1)	(2)	(3)
Matières volatiles. . . .	0,470	0,530	0,513
Charbon.	0,430	0,418	0,449
Cendres.	0,100	0,052	0,038
	1,000	1,000	1,000
Composition des cendres.			
Carbonate de chaux. . .	0,190	0,384	0,263
Oxyde de fer.	0,720	0,423	0,605
Argile.	0,090	0,193	0,132
	1,000	1,000	1,000
Pouvoir calorifique. . . .	0,616	0,692	0,653

(1) *Mène du haut.* Charbon assez friable, un peu terreux, s'enflammant facilement et se consumant en peu de temps; coke un peu fendillé, terne : cendres d'un rouge très-foncé.

Il contient 0,0648 de soufre.

(2) *Bleu.* Charbon un peu plus compacte, moins terreux, brûlant aussi avec une grande facilité; coke semblable au précédent ; cendres d'un gris jaunâtre.

Il contient 0,0156 de soufre.

(3) *Menette.* Charbon plus brillant, plus compacte et moins friable que les deux précédents; coke peu fendillé, d'un gris métallique : cendres blanches.

Il contient 0,0018 de soufre.

E. *Lignites du Var et d'Italie.*

	(1)	(2)
Matières volatiles.	0,575	0,398
Charbon.	0,335	0,481
Cendres.	0,090	0,121
	1,000	1,000
Composition des cendres.		
Carbonate de chaux.	0,511	0,082
Oxyde de fer.	0,356	0,207
Argile.	0,133	0,711
	1,000	1,000
Pouvoir calorifique.	0,511	0,716

(1) *Lignite du quartier des Routes*, commune de Toulon. Il forme une couche verticale, où plutôt un amas, dont l'épaisseur s'élève jusqu'à 4 mètres, dans un terrain d'eau douce recouvert par la brèche calcaire qui forme le sol des environs de Toulon. Charbon brun, très-léger, se fendillant rapidement et tombant en poussière lorsqu'il reste exposé à l'air, brûlant avec une belle flamme blanche et une forte odeur bitumineuse ; coke terne, très-fendillé : cendres d'un blanc grisâtre.

Il contient 0,0160 de soufre.

(2) *Lignite de Monte-Castelli* (Toscane). Il forme une couche de 2 mètres de puissance dans des grès que M. Coquand rapporte à la partie inférieure de l'étage des gypses d'Aix. C'est un

charbon léger, brillant, à cassure carrée, présentant l'aspect des bons lignites des Bouches-du-Rhône. Lorsqu'on le chauffe il fond presque complétement avant de s'enflammer, se boursoufle et augmente considérablement de volume. Calciné en vase clos, il donne un coke très-léger d'un gris métallique : les cendres sont grises.

Il contient 0,0078 de soufre.

Par la manière dont la chaleur agit sur lui, ce lignite a la plus grande ressemblance avec les charbons de forge de Dauphin (Basses-Alpes), qui appartiennent aussi à l'étage des gypses, mais à la partie supérieure de cet étage.

2° *Calcaires.*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Eau.	0,009	»	»	0,027	0,044
Carbonate de chaux. .	0,946	0,990	0,975	0,767	0,586
Oxyde de fer.	0,010	»	0,005	0,171	0,006
Argile.	0,035	0,010	0,020	0,035	0,364
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) (2) (3) *Calcaires du quartier de la Baume-des-Marrons*, commune de Peipin (Bouches-du-Rhône). Ils ne sont propres qu'à donner des chaux grasses.

(4) *Calcaire à chaux hydraulique du Theil* (Ardèche). On l'apporte à Marseille pour faire la chaux que l'on emploie dans les travaux du port.

(5) *Marne du terrain néocomien* : échantillon pris auprès du fort de Cassis (Bouches-du-Rhône).

Il est trop argileux pour pouvoir donner de la chaux hydraulique ou du ciment.

3° *Argiles.*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Eau.	0,167	0,197	0,157	0,077
Carbonate de chaux.	»	0,035	0,119	0,348
Oxyde de fer.	0,065	0,031	0,137	0,070
Silice.	0,613	0,510	0,490	0,505
Alumine.	0,155	0,227	0,097	
	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Argile de Rustrel* (Vaucluse), appartenant au terrain d'eau douce. On l'a analysée pour savoir si elle était assez alumineuse pour pouvoir servir de fondant aux minerais siliceux que l'on traite dans le haut-fourneau de Rustrel.

(2) *Argile des Routes*, près de Toulon. Elle se trouve dans le même gisement que le lignite dont l'analyse a été donnée plus haut. Elle est grise, onctueuse, happant fortement à la langue. Elle pourrait servir à faire des briques qui résisteraient assez bien à l'action du feu. Déjà on l'a employée comme ciment dans la construction des fourneaux de l'usine à gaz de Toulon.

(3) *Argile de Jouques* (Bouches-du-Rhône). On a essayé de l'employer pour faire des briques et des tuiles; mais elle a l'inconvénient de se fendre quelquefois en séchant au soleil. Il est probable que ce défaut ne provient que de ce qu'elle n'a pas été préparée avec assez de soin.

(4) *Argile de Marignane* (Bouches-du-Rhône). Inférieure au calcaire d'eau douce de Vitrolles;

employée quelquefois pour faire des briques communes.

4° *Minerais de fer.*

Minerais de Sartène (Corse). Il se trouve à quelques kilomètres au sud de Sartène, dans les propriétés de la famille Ortoli. C'est un gneiss talqueux, mêlé de fer oligiste en proportions très-variables. M. Berthier en a essayé un échantillon et a donné les résultats de cet essai dans les *Annales des mines*, 4° série, tome III, page 807.

On s'est également borné, au laboratoire de Marseille, à rechercher sa teneur en fer. Un échantillon riche a donné 0,525 de peroxyde, correspondant à 0,362 de fer métallique; mais cette richesse est très-variable et de semblables échantillons sont trop rares pour que le gisement puisse être considéré comme exploitable.

Minerai de Lecce (royaume de Naples). C'est un hydrate alumineux très-compacte, tout à fait semblable à certaines variétés du minerai des Baux. Il est composé de la manière suivante :

Eau.	0,083
Carbonate de chaux. . . .	0,062
Peroxyde de fer.	0,385
Silice.	0,095
Alumine.	0,375
	1,000

Une compagnie française a essayé de le traiter dans un haut-fourneau établi dans le voisinage, mais elle n'a pu parvenir à des résultats satisfaisants.

Pendant les essais qui ont été faits dans ce but, on a recueilli une matière pulvérulente, blanchâtre, qui se produisait en grande abondance et sortait par les ouvertures de la tympe et des tuyères. Elle a été trouvée composée de :

Silice.	0,100
Alumine. . .	0,900
	1,000

5° *Minerai de manganèse de Valli* (Corse).

Il forme un petit filon dans les schistes talqueux, et se trouve aussi en blocs disséminés à la surface du sol; jusqu'à présent il n'a été employé que pour l'affinage de la fonte dans les forges de Toscane. Sa composition est la suivante :

Eau.	0,030
Oxyde rouge de manganèse.	0,276
Oxygène.	0,031
Peroxyde de fer.	0,029
Résidu insoluble.	0,626
	0,992

Elle peut, par conséquent, encore être exprimée ainsi :

Eau.	0,030
Peroxyde de manganèse. .	0,218
Deutoxyde de manganèse. .	0,089
Peroxyde de fer.	0,029
Résidu insoluble.	0,626
	0,992

6° *Minerai de cuivre de Monte-Catini* (Toscane).

Il forme des filons très-puissants, sur lesquels des travaux de recherches ont été entrepris par plusieurs compagnies. On trouve dans ces filons diverses variétés de sulfures de cuivre et de fer.

L'échantillon analysé, qui est très-fortement irisé, est composé de la manière suivante :

Résidu insoluble. .	0,005
Soufre.	0,255
Fer.	0,220
Cuivre.	0,510
	0,990

Il contient donc un atome de protosulfure de cuivre et un atome de protosulfure de fer, d

sorte que sa composition, abstraction faite de la gangue, pourrait être représentée par la formule $Cu^2Su+FeSu$.

Ce serait une variété nouvelle de cuivre panaché.

7° *Minerais de plomb.*

Galène de Prato (Corse). Elle se trouve en petits filons très-irréguliers dans les schistes talqueux; elle est en général très-mêlée de gangue. Un échantillon trié avec soin, essayé au moyen du flux noir et du fer, a donné 0,646 de plomb et moins de 0,00005 d'argent.

Galène de Barles (Basses-Alpes). Elle se trouve en rognons dans de petits filons de baryte sulfatée, dans le calcaire du lias. D'anciennes analyses l'indiquaient comme très-riche en argent et contenant même un peu d'or. Essayée comme la précédente, elle a donné 0,699 de plomb et environ 0,00005 d'argent, dans lequel on n'a pas trouvé la moindre trace d'or.

LABORATOIRE D'ANGERS,

Dirigé par M. *Cacarrié*, aspirant-ingénieur des mines.

Les houilles des différentes couches exploitées dans le département de Maine-et-Loire ont été essayées; toutes les expériences ont été faites de la même manière sur des quantités égales.

Les incinérations n'ont pu être exécutées d'une manière complète sur une lampe à alcool à double courant d'air; les dernières parties combustibles sont très-difficiles à brûler; des essais préliminaires ayant démontré l'insuffisance de ce mode de combustion, même sur de faibles doses, toutes les incinérations ont été faites sur 5 grammes de houille dans une capsule de platine, sur un fourneau de calcination auquel on avait ajusté une petite hotte faite d'une vieille moufle.

L'essai pour coke a été fait sur 10 grammes de houille dans un creuset de platine renfermé dans un creuset de terre et recouvert de fragments de charbon.

Le pouvoir calorifique a été déterminé par la litharge sur 1 gramme de houille; les essais ont bien réussi en prenant les précautions indiquées dans le traité de la voie sèche, deux seulement ont exigé une nouvelle épreuve; nous ne citons que la seconde : les premières présentant une quantité de plomb fondu certainement trop forte; cette augmentation a été causée par quelques éclats de charbon au moment où le creuset était découvert.

Tableau des résultats immédiats des essais.

Prises d'essai.	5gr.	10gr.	1gr.	OBSERVATIONS.
Numéros d'ordre.	Cendres.	Coke.	Plomb fondu.	
	gr.	gr.	gr.	
1	1,17	8,28	28,70	Coke métalloïde, non fritté.
2	1,14	8,46	28,50	Coke fritté, métalloïde.
3	1,48	9,14	25,30	Coke non fritté, d'un aspect terne.
4	1,19	8,40	28,90	Coke fritté, métalloïde,
5	0,95	8,50	29,90	Coke boursouflé, métalloïde, léger.
6	1,17	8,20	28,90	Coke métalloïde, très-boursouflé.
7	0,97	8,80	29,30	Coke boursouflé, métalloïde.
8	0,92	8,70	29,80	Coke non fritté, terne.
9	1,01	8,40	29,60	Coke boursouflé, métalloïde.
10	0,98	8,50	30,10	Coke boursouflé, métalloïde.
11	1,03	8,50	29,40	Coke très-boursouflé, métalloïde.
12	1,14	8,60	28,50	Coke fritté, aspect un peu terne.

Résultats des essais rapportés à 1 gramme.

Numéros d'ordre.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Charbon	0,594	0,618	0,698	0,662	0,660	0,586
Cendres........	0,224	0,228	0,206	0,238	0,190	0,234
Matières volatiles...	0,172	0,154	0,096	0,100	0,150	0,180
Totaux...	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Calories........	6,601	6,585	5,919	6,645	6,977	6,947
Numéros d'ordre.	**(7)**	**(8)**	**(9)**	**(10)**	**(11)**	**(12)**
Charbon	0,686	0,686	0,696	0,666	0,644	0,632
Cendres........	0,194	0,184	0,204	0,184	0,206	0,228
Matières volatiles...	0,120	0,130	0,100	0,150	0,150	0,140
Totaux...	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Calories........	6,739	6,854	6,908	6,922	6,702	6,555

Observations.

Concession de Saint-Georges-Chatelaison. — N° 1. *Puits du Pavé;* n° 2. *Puits de la Conception.* Ces deux espèces de houille sont regardées comme de bonne qualité pour les fours à chaux; elles sont peu schisteuses et présentent souvent, dans la cassure, la forme que l'on désigne sous le nom de *charbon carré* et qui est regardée comme un indice de bonne qualité.

N° 3. *Puits Adèle.* Cette houille est très-schisteuse, d'un aspect terreux, sa qualité est inférieure; on vient d'abandonner la couche qui l'a fournie.

Mine de Montjean. — N° 4. *Petit puits des Marronniers, couche du Vallon.* Cette houille provient d'une couche en rognons qui fait l'objet d'une petite exploitation, la seule actuellement en activité à Montjean. Le charbon est *carré*, il colle assez bien pour servir à la forge maréchale; essayée en grand à l'usine à gaz elle a fourni 130 volumes de gaz; de l'aveu du directeur de l'usine elle peut en donner plus encore, le fourneau n'ayant pas été porté dans l'expérience à une température suffisamment élevée pour dégager toutes les matières volatiles.

Mines de Layon et Loire. — *Veines Goismard : Petite veine*, n° 5; *Grande veine*, n° 6. Les houilles provenant de ces deux veines sont également estimées dans l'usage pour les fours à chaux; elles sont peu schisteuses; la petite veine fournit une assez grande quantité de *charbon carré*; l'échantillon essayé était de cette qualité; comme il contient peu de cendres et qu'il colle bien on l'emploie à la forge maréchale.

Veines des Bourgognes. — *Puits du Bocage et de la Coulée.* N° 7. *Veine du nord*; n° 8. *Veine du sud.* Les houilles de ces couches sont schisteuses; quelques chaufourniers ne veulent pas les employer seules, plutôt à cause de leur aspect que pour leur qualité; leur pouvoir calorifique est à peu près le même que celui des houilles des veines Goismard; peut-être leur peu de ténacité est-elle un inconvénient, mais des chaufourniers habiles savent s'en servir avec avantage et les mettent pour

l'usage au même rang que celles des veines Goismard.

Le n° 8 a donné un coke non fritté, quoique contenant une quantité considérable de matières volatiles; mais cette couche, ainsi que le n° 7, dégage beaucoup de grisou; à la distillation on retire peu de bitume et beaucoup de gaz; celui-ci n'éclaire que faiblement, ce qui indique qu'il est peu carburé.

Galerie du Grand-Godinet. — N° 9. *Veine du nord.* L'échantillon provient de la même couche que le n° 7, il a été pris à plus de 800 mètres de distance; les résultats de l'essai diffèrent peu de ceux donnés dans le n° 7. On n'en a pas encore fait usage en grand.

Veines du puits du Chêne. — *Filon nord,* n° 10; *filon sud,* n° 11. Ces houilles ont été extraites du puits Saint-Marc. Les couches du Chêne ont alimenté pendant toute cette année la concession de Désert; le combustible qu'elles fournissent diffère peu de celui des veines Goismard.

Veines des Roulis, n° 12. — *Puits des Burres.* L'échantillon analysé représente la qualité de la houille de choix de la couche des Roulis; mais cette veine a donné souvent du charbon de qualité très-inférieure, mélangé de schiste, qui n'a pas été mis dans le commerce. Cette irrégularité dans la qualité du combustible a fait suspendre l'exploitation de la veine des Roulis.

Pierres calcaires.

Les calcaires de transition qu'on calcine dans les fours à chaux de la vallée de la Loire et du Layon ont été essayés: une première série com-

prend les calcaires des environs de Chalonnes; elle peut être regardée comme présentant la qualité moyenne de ces calcaires.

Dans la seconde série se trouvent les essais de calcaires pris dans les environs de Chaudefonds.

Calcaires de Chalonnes.

	Carbonate de chaux.	Résidu argileux ou siliceux.
N° 1.	0,958	0,042
N° 2.	0,925	0,075
N° 3.	0,940	0,060
N° 4.	0,944	0,056
N° 5.	0,875	0,125
N° 6.	0,884	0,116

Tous ces calcaires donnent une chaux blanche et grasse très-estimée pour l'agriculture.

Calcaires de Chaudefonds.

	Carbonate de chaux.	Résidu.
N° 1.	100	traces.
N° 2.	0,840	0,160
N° 3.	0,835	0,165
N° 4.	0,775	0,225

N° 1. Calcaire cristallisé en rhomboèdres primitifs, translucides, incolores. Ce calcaire se trouve dans des géodes et en petits filons dans le calcaire de transition.

N° 2 et n° 3. Calcaires exploités pour les fours à chaux de Chaudefonds. Ils donnent une chaux grisâtre moins estimée que celle de Chalonnes.

N° 4. Calcaire des mêmes carrières que les n° 2 et n° 3, rejeté pour l'usage du four. Ces calcaires ne donnent pas de chaux hydraulique; l'argile n'y existe pas en mélange intime; le résidu du traite-

ment par les acides provient de schiste mélangé au calcaire. Dans le n° 4 le mélange est assez grossier pour être discernable à l'œil nu : on aurait pu prendre des échantillons où le schiste domine de beaucoup ; il est souvent accompagné de pyrites de fer. Le calcaire de Chaudefonds donne un déchet considérable et exige un triage pour séparer les morceaux les plus impurs qui ne donneraient presque pas de chaux.

ERRATA

DE LA 4e LIVRAISON DES ANNALES DES MINES DE 1844.

Notices de M. Pernollet sur un renvoi de mouvement avec câbles en fil de fer et sur des pompes d'épuisement.

Pag.	Lignes.	
147,	3 en remontant :	Au lieu de : ce puits a donné la faculté, *lisez :* ce puits ; et la faculté.
148,	1 en descendant :	Au lieu de : course disponible. Ces deux.. *lisez :* course disponible, ces deux, etc.
150,	7 *id.*	Au lieu de : La légèreté des pompes, *lisez :* La légèreté de ces pompes.
150,	9 *id.*	Au lieu des 9e et 10e lignes, *lisez :* Un autre non moins grand a été obtenu à l'aide d'une disposition bien simple : en élevant. . . . .
150,	17 *id.*	Au lieu de : ne retient plus aussi parfaitement son cou, *lisez :* son eau.
150,	8 en remontant :	Au lieu des lignes 7 et 8, *lisez :* Cette pompe me semble réunir tous les avantages des pompes communes aux principales qualités des. . . .
151,	1 en descendant :	Au lieu de : cette disposition permet, *lisez :* cette élévation du clapet permet....
151,	20 *id.*	Au lieu de : un bourrelet *w*, *lisez :* un bourrelet d'argile *w*.
152,	17 *id.*	Au lieu de : une rondelle de cuivre, *lisez :* une rondelle de cuir.

NOTICE GÉOLOGIQUE

Sur les îles Féröe,

Par M. J. DUROCHER, ingénieur des mines, et Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

En 1841, il a été inséré dans ces Annales (1) un mémoire ayant pour objet des recherches sur les roches, et les minéraux des îles Féröe : on y a décrit la nature et la composition chimique des roches de Trapp, qui forment des masses très-considérables dans ces contrées. Pensant qu'à ces recherches devaient se joindre naturellement quelques détails sur la constitution des îles Féröe et sur la disposition qu'y affectent les immenses coulées de roches ignées qui s'y sont épanchées, j'ai réuni dans cette notice les principaux faits qui m'ont paru dignes d'intérêt.

Situation géographique.

Le groupe des îles Féröe est situé entre les parallèles de 61°.24' et 62° 25' de latitude boréale et entre 8° 38' et 10° 3' de longitude à l'occident de Paris. Leur étendue est de 112 kilomètres sur 64; leur plus grande dimension se trouve dans le sens du N. au S. Il y a dix-sept grandes îles habitées et beaucoup de petits îlots déserts. Les deux îles les plus grandes sont Stromöe et Ostéröe, situées au centre du groupe : la première a environ 44,800 mètres de longueur sur 9,600 mètres de

(1) *Annales des mines*, tome XIX, 3e livraison de 1841.

largeur; la deuxième a à peu près la même largeur et une longueur de 35,200 mètres. La disposition générale de la plupart de ces îles est en forme de lentilles allongées dans la direction du N.N.O. au S.S.E.

On ne connaît les îles Féröe que par des publications déjà un peu anciennes : le Danois Landt, qui était pasteur de ces îles, il y a plus de cinquante ans, en a fait une description très-longue et très-minutieuse. En 1815, MM. Mackenzie et Allan, minéralogistes anglais, y firent un voyage, et à leur retour ils insérèrent une notice géologique et minéralogique dans les *Transactions philosophiques de la Société d'Édimbourg* (1). Un peu plus tard, je crois en 1820, M. Forchhammer, minéralogiste danois, alla visiter ces îles et fit imprimer à Copenhague un mémoire qui renferme beaucoup d'observations intéressantes.

Le 25 juin 1839, la corvette *la Recherche* vint mouiller dans la baie de Thorshavn, le point central et le plus important de toutes ces îles. Comme nous n'y avons séjourné que peu de temps, toutes mes courses ont dû être resserrées dans une zone peu éloignée du mouillage; cependant j'ai exploré la partie méridionale de l'île Stromöe, la côte orientale de Sandöe et l'île Naalsöe dans toute son étendue. Vu l'uniformité de composition de ces îles, ces excursions m'ont suffi pour connaître la plus grande partie des circonstances géologiques qu'elles offrent.

---

(1) *Transactions philosophiques de la société d'Édimbourg*, 7e volume.

Aspect général et structure de ces îles.

Les îles Féröe, vues d'une certaine distance, offrent l'aspect d'une contrée volcanique par la forme aiguë de leurs montagnes, par leur disposition en cônes tantôt isolés, tantôt groupés ensemble et le plus souvent tronqués au sommet. Mais à mesure qu'on approche des côtes, on s'aperçoit qu'elles diffèrent essentiellement des terrains volcaniques modernes, et l'on y reconnaît la formation trappéenne à la disposition tabulaire des rochers et à leurs falaises verticales, où se montre une succession d'assises aussi régulières que si elles appartenaient à des terrains sédimentaires.

La structure générale du pays est montagneuse; il est hérissé de précipices, et il n'y a pas une des grandes îles habitées qui ait moins de 1000 à 1200 pieds en son point le plus élevé. Les montagnes ont une grande variété de formes, mais elles tendent principalement à prendre celle d'un cône tronqué, dont la partie supérieure forme un plateau plus ou moins étendu: quelquefois elles sont disposées en longues chaînes dont les faîtes offrent mille formes bizarres et fantastiques. Les deux montagnes les plus élevées sont celle de Slatterlind (à Ostéröe) et celle de Skellingfell (à Stromöe) la première, mesurée au baromètre par M. Mackenzie, a 2.825 pieds anglais de hauteur; la seconde est beaucoup plus élevée et paraît avoir plus de 3.000 pieds.

Quand on parcourt les côtes de ces îles, à chaque instant on admire les plus beaux spectacles de rochers que l'imagination puisse concevoir : on voit se succéder des lignes de pyramides ou des groupes

de rochers qui s'élèvent comme des tours ou des minarets jusqu'à plus de 1.500 pieds de hauteur. Souvent ces masses sont creusées par l'action des eaux de la mer, et il en résulte des accidents variés et pittoresques : tantôt une arche de pont naturelle, tantôt une immense caverne où vient se briser la furie des vagues. A chaque détour de la côte, à chaque cap, on découvre de nouvelles scènes, toujours grandioses, mais d'un caractère sauvage, et dont la sublimité même inspire un sentiment d'effroi.

Les montagnes sont ordinairement coupées à pic du côté de la mer, et en beaucoup d'endroits la côte présente des falaises verticales dont la hauteur varie de 1.000 à 2.000 pieds; ainsi, le rocher appelé Kodlen, formant le cap N.O. d'Osteröe, est tout à fait vertical et a une élévation de 1,134 pieds anglais; le mur à pic qui termine Nypennäs est estimé par Landt à 1.200 pieds; et, d'après M. Forchhammer, le Myling, situé au nord de l'île Stromöe, présente un front escarpé dont la hauteur est de 2.500 pieds.

A l'intérieur des îles, les montagnes ne se terminent point par des parois abruptes, comme sur le bord de la mer; elles affectent une disposition arrondie, semblables à d'immenses tours formées de cylindres superposés, dont les diamètres iraient en décroissant vers le sommet, et présenteraient une succession de terrasses. Souvent on a une alternance de gradins verticaux et de gradins inclinés recouverts de détritus, ou quelquefois chaque gradin est terminé par un amas de gros blocs provenant de la destruction des coulées de trapp. Le sommet de ces montagnes est toujours un plateau nu et désert, où il n'y a pas la moindre trace de

végétation : l'eau de la pluie et de la fonte des neiges se répand entre les blocs et débris qui sont entassés sur ces plateaux ; elle inonde la surface du sol, et s'infiltre dans la roche, jusqu'à ce que les parties les moins résistantes cèdent à l'action destructive des agents atmosphériques; alors l'eau se fraye un passage, elle agrandit peu à peu le vide qui a commencé à se former, et elle se creuse un canal jusqu'à la mer; les deux parois de ce canal forment une succession de terrasses disposées en escalier, et se correspondant sur les deux côtés.

Les roches de ces îles se démolissent très-facilement sous l'influence des agents extérieurs : l'action de la gelée est une des causes de destruction les plus puissantes; elle est favorisée par l'existence des sources qui sont ici très-abondantes, comme dans la plupart des contrées formées de trapps. Il est un autre agent de démolition non moins puissant, c'est le choc répété des vagues, aidé par la tendance des rochers à se fendre suivant des plans verticaux ; les flots minent la base des falaises, et déterminent la rupture de masses énormes qui s'engloutissent dans la mer.

État hydrographique.

Le sol de ces contrées est très-humide, l'écoulement des eaux est difficile; il y a peu de vallées et elles sont très-étroites, tellement qu'elles peuvent être comparées à des ornières que les eaux creusent elles-mêmes, et dont elles occupent presque toute la largeur. De cette disposition extérieure du terrain en forme de plateaux coupés abruptement, il résulte qu'il ne peut y avoir de courants d'eau bien considérables : aussi l'on ne trouve guère que de

simples ruisseaux; mais leur lit est très-accidenté, surtout près de la mer; souvent il présente un grand nombre de cascades dont l'aspect est très-pittoresque à la suite de grandes pluies ou à la fonte des neiges; quelquefois leur hauteur de chute est telle que l'eau s'y réduit en pluie très-fine, de la même manière que cela se voit à la cascade de *Pisse-vache*, dans la vallée du Rhône (canton du Valais, en Suisse).

Dans l'île de Stromöe, il y a plusieurs lacs, mais peu étendus; le plus grand est près du villages de Leynum. Les lacs les plus vastes qu'on puisse trouver dans ces îles sont situés à Vaagöe; il y en a deux, l'un dans la partie N.O. de l'île, qui a 1.600 mètres de longueur sur 400 de largeur; l'autre, situé dans la partie S., a une étendue de 4.800 mètres sur 800; les eaux de ce dernier s'approchent jusque près de la côte, qui est abrupte, et là elles tombent dans la mer en formant une cascade de 80 pieds de hauteur.

Stérilité.

Les contrées d'une origine basaltique ou trappéenne présentent ordinairement des parties très-fertiles, surtout quand il s'y trouve des dépôts abondants de matière tufacée, et alors on voit des vallées et des plaines brillantes d'une riche végétation contraster avec l'aridité des rochers qui les entourent. Mais les îles Féröe, formées d'une pierre dure, non friable, et ne fournissant que très-peu de menus détritus, sont d'une stérilité affreuse; et la nature, en donnant à ces rochers un caractère grandiose, a refusé à leurs habitants le spectacle des vallées riantes et fertiles où pût se

reposer la vue effrayée par l'horreur de ces sites sauvages.

La stérilité de ces îles tient à différentes causes : il n'y a point de vallées à pente douce où puissent s'arrêter les dépôts de débris ténus résultant de la dénudation des montagnes. Le recouvrement végétal est très-rare, toujours très-peu épais, et c'est entre cette mince enveloppe et la surface lisse de la roche que s'écoule l'eau des pluies et des neiges : aussi l'humidité du sol est telle que les herbes marécageuses peuvent seules y végéter, et la surface de toutes les parties basses est recouverte de tourbe. Il y a seulement quelques prairies près des bords de la mer, et de très-petits champs de terre labourable où l'on fait venir des pommes de terre et des céréales.

Nulle part on ne trouve d'arbres, pas même des arbres nains; cependant ces îles ne sont qu'au 62ᵉ degré de latitude et sur le continent européen, les arbres croissent encore au 70ᵉ degré. L'humidité continuelle de l'atmosphère, la présence des brumes qui enveloppent presque toujours ces îles et y forment un rempart impénétrable aux rayons solaires, enfin des pluies très-fréquentes suffisent pour arrêter le développement de la végétation qui exige surtout des journées chaudes pendant l'été; car des froids très-grands pendant l'hiver sont beaucoup moins nuisibles que des étés brumeux, pluvieux et sans chaleur. Aux Féröe, les froids de l'hiver sont peu intenses; la température ne s'y abaisse que de quelques degrés au-dessous de zéro, mais pendant l'été elle s'élève rarement beaucoup au-dessus de 10°; le soleil y est constamment masqué par la brume, et il n'est pas rare de voir tomber de la neige aux

mois de juin et juillet. Ainsi l'on voit que le climat de ces îles est tout à fait analogue à celui des hautes régions dans les montagnes, là où la végétation est faible et chétive moins à cause d'une température moyenne de l'année peu élevée que par le manque de chaleur pendant l'été.

Température des sources.

Il me paraît convenable de rapporter ici des observations intéressantes faites par M. Forchhammer sur la température des sources aux îles Féröe. Près des bords de la mer, la température générale des sources est de 7° (centigrades); à mesure que l'on s'élève, elle diminue : il faut en excepter les sources chaudes. En général, les sources sortant de la roche solide sont plus chaudes, et celles qui jaillissent de roches éboulées sont plus froides.

Voici le tableau des variations de température résultant des observations de M. Forchhammer :

De 0 à 100 pieds	(au-dessus du niveau de la mer).	7° centig.
De 100 à 200	—	6°,86
De 200 à 300	—	6°,48
De 300 à 500	—	6°
De 500 à 700	—	5°,35
De 700 à 900	—	4°,95
De 900 à 1,100	—	4°,32
De 1,100 à 1,300	—	4°,17
De 1,300 à 1,500	—	3°,89

La source observée à la plus grande hauteur (2.460 pieds anglais) était à 2°,22; on voit que, d'après l'observation des sources, la température moyenne du sol serait 7° près de la mer; ainsi ce n'est pas à cette cause que l'on doit attribuer l'état rachitique de la végétation.

En combinant ces observations, j'ai pu arriver à déterminer avec assez de précision la loi de décroissement des températures moyennes de l'atmosphère en raison des hauteurs. On sait que dans les latitudes élevées les sources sont un peu plus chaudes que l'air; mais les erreurs que l'on commet en prenant les températures des sources pour représenter les températures moyennes de l'air ont toujours lieu dans le même sens; et dans des calculs où l'on ne considère que les différences de ces températures, les erreurs se retranchent, et comme d'ailleurs elles sont à peu près les mêmes d'un point à un autre, il en résulte qu'elles ne peuvent influer notablement sur les résultats moyens.

Si l'on exprime en mètres les hauteurs mentionnées ci-dessus, on voit que :

De 0 ou du niveau de la mer à 152 mètres au-dessus, la diminution de température est de 1°;

De 152 mètres à 274 mètres, elle est de 1°,05 pour une augmentation en hauteur de 122 mètres;

De 274 mètres à 457 mètres, elle est de 1°,06 pour une élévation de 183 mètres.

Mais si l'on compare les observations de 152 mètres et de 457 mètres, on voit que l'on a un décroissement en température de 2°,11 pour une élévation de 305 mètres, ou de 1° pour 144 mètres; ce terme moyen diffère peu de celui obtenu de 0 à 152 mètres.

De 457 mètres à 749 mètres la diminution de température est de 1°,67 pour 292 mètres, ou de 1° pour 174 mètres.

Si l'on rapproche les observations faites au niveau de la mer et à 749 mètres, on voit que sur cette élévation le terme moyen du décroissement

de la température est de 4°,18 pour 749 mètres, ou 1° pour 156 mètres.

Ce résultat obtenu à l'aide des deux observations extrêmes ne diffère pas considérablement de ceux que fournissent les observations intermédiaires, et si l'on remarque de petites irrégularités, elles tiennent probablement à ce que les sources dont les températures ont été déterminées se forment en des points situés à des profondeurs différentes.

Ainsi, dans ces îles, sous une latitude moyenne de 62°, on peut admettre que le décroissement de la température des différentes couches atmosphériques est à peu près proportionnel à l'élévation, et qu'il a lieu en raison de 1° pour 156 mètres. Ce résultat offre une coïncidence remarquable avec la moyenne déduite des observations faites à différentes hauteurs par des latitudes voisines de 45°; en effet, sur 36 observations faites en France, dans les Alpes, les Pyrénées et en Sicile, par divers savants, Saussure, MM. Cordier, Gay-Lussac, il en est 13 qui donnent pour les élévations correspondant à un décroissement de température de 1° des chiffres compris entre 140 et 170 mètres, et la moyenne de ces 36 observations indique un accroissement de 1° pour 161 mètres, résultat très-voisin de celui que nous avonsobtenu aux Féröe, 1° pour 156 mètres.

Les irrégularités que l'on remarque dans les observations qui servent à déterminer cette loi de décroissement sont dues très-probablement à la combinaison de beaucoup de circonstances atmosphériques qui agissent de manières différentes sur les couches d'air situées à diverses hauteurs; ainsi l'existence de courants atmosphériques,

l'état hygrométrique de l'air, la vapeur d'eau qu'il renferme à l'état vésiculaire, le rayonnement et d'autres causes variables par leur nature doivent influer d'une manière fort inégale sur les températures que possèdent à un instant donné les divers points de l'atmosphère, et par suite elles modifient les résultats des causes constantes et normales qui déterminent la loi de décroissement des températures en raison des hauteurs.

En comparant les températures moyennes annuelles des zones atmosphériques situées à diverses hauteurs, températures moyennes que l'on peut déterminer, faute d'observations directes, à l'aide des sources qui se trouvent à différents niveaux, comme nous venons de le faire pour les Féröe, on voit que les irrégularités sont un peu moindres que quand on compare les températures déterminées à un instant donné, et il est alors plus facile d'en apprécier le décroissement.

Il y a aux îles Féröe quelques sources chaudes, mais d'un degré de thermalité très-peu élevé; en effet, la plus chaude est celle de Warmakelde, à Stromöe; elle est à 18°,50 : elle coule presque au niveau de la mer.

Constitution géologique.

Considérées sous le point de vue géologique, les îles Féröe présentent une grande uniformité de constitution : l'on n'y observe qu'une formation immense et très-puissante de roches trappéennes, isolée au milieu de l'océan. Les coulées successives n'y sont interrompues que par de petits lits de matière tufacée dont l'épaisseur est au plus de 15 à 20 pieds. La hauteur des bancs de trapp est très-variable, depuis 8 à 10 pieds jusqu'à 100 pieds;

quelquefois même elle va jusqu'à 300 pieds; mais, quoique ces bancs énormes, vus sur les falaises de la côte, paraissent former une masse unique, il ne faut pas regarder chacun d'eux comme correspondant nécessairement à une seule coulée; car, en les examinant de très-près dans les ravins que l'on rencontre à l'intérieur des îles, on y reconnaît la superposition de plusieurs coulées successives, ou au moins de plusieurs masses bien distinctes qui se sont épanchées les unes après les autres, à des époques probablement peu éloignées. Ces masses diffèrent entre elles par l'aspect extérieur et la texture de la roche, par la structure compacte, grenue ou cristalline de ses éléments. Souvent on ne voit pas de séparation bien tranchée entre deux coulées, et, en général, il est même difficile de les distinguer parfaitement, à moins qu'il n'y ait entre elles un ou plusieurs lits de tuf. La roche de trapp était, au moment où elle a coulé, dans un état de liquidité parfait, et elle s'est étendue sur des surfaces différant peu de l'horizontalité; aussi il n'y a point eu production de scories, seulement les coulées de trapp présentent quelquefois à leur surface supérieure des marques de déchirement; leur structure est alors tiraillée et scoriacée, comme si c'était le résultat d'un refroidissement brusque, produit peut-être par le contact des eaux de la mer sous lesquelles ces roches paraissent avoir pris naissance.

Les assises de trapp se succèdent régulièrement les unes aux autres; elles sont ou parfaitement horizontales ou bien inclinées d'une quantité qui s'élève rarement à plus de 4 ou 5 degrés. Je ne connais qu'une exception, c'est à Myggennäs où, suivant M. Allan, l'inclinaison est de plus de 45 degrés.

Formation trappéenne coupée par des dykes.

Comme la plupart des formations de trapp ou de basalte, celle des Féröe est sillonnée de dykes ou larges fentes qui s'étendent en différents sens, et il est difficile de leur assigner une direction générale : plusieurs d'entre elles divisent presque verticalement l'ensemble des assises de trapp depuis le bas jusqu'au haut, et quelques-unes s'étendent d'une île à l'autre. Beaucoup de ces fentes sont remplies d'une roche trappéenne à grains fins, analogue pour l'aspect à du basalte, et divisée en prismes perpendiculaires aux deux parois, qui présentent plus de régularité qu'on n'en remarque ordinairement dans la division prismatique des assises horizontales.

Ces assises sont formées généralement d'une roche de trapp porphyrique et amygdaloïde, où l'on voit briller de petits cristaux de feldspath labrador, qui sont très-souvent fondus au milieu de la masse. On voit alterner des bancs de nature porphyrique avec d'autres formés d'une roche à grains indistincts, ou même dont la texture est presque compacte. La couleur ordinaire de ces roches est le gris verdâtre très-foncé ; quelquefois la surface des assises est devenue friable et à demi décomposée ; alors la roche a une couleur rouge violacée.

En examinant les caractères et le facies des diverses variétés de roches trappéennes qu'on trouve aux Féröe, on pourrait en faire de nombreuses divisions ; mais un pareil travail ne me paraissant pas reposer sur des principes essentiels et ne pouvant conduire qu'à des conclusions que démontrerait inexactes une analyse plus approfondie, je ne m'arrêterai point à ces détails.

Eau de combinaison renfermée dans une partie des trapps des îles Féröe.

J'ai décrit dans la première partie de ce mémoire (voir le volume XIX des *Annales*, 3e livraison), les recherches minéralogiques et chimiques que j'ai faites sur ces roches. Ici je me bornerai à signaler une circonstance singulière, savoir, l'alternance de bancs de trapp contenant de l'eau, et de bancs n'en contenant pas. La présence de l'eau de combinaison dans certaines roches ignées n'a point reçu jusqu'à présent d'explication complète; elle est en relation avec une particularité non moins remarquable qui a frappé depuis longtemps d'habiles observateurs, c'est que les laves épanchées des volcans actuels laissent dégager de la vapeur d'eau, même plusieurs années après être arrivées au jour. On sait que des bouches volcaniques émane constamment, et surtout au moment des éruptions, une grande quantité de vapeur d'eau : à l'intérieur du laboratoire souterrain, la vapeur est soumise à une très-forte pression; une portion reste emprisonnée au milieu de la masse liquide, et lorsque celle-ci vient à couler par l'orifice du cratère, il est remarquable que la vapeur ne s'en dégage pas instantanément, mais bien pendant un long espace de temps, et que le dégagement continue jusqu'à ce que le refroidissement de la matière soit déjà un peu avancé. Ce fait, si bizarre en apparence, dépend probablement de causes physiques semblables à celles qui empêchent l'évaporation instantanée d'une goutte d'eau que l'on jette sur une lame de platine chauffée au rouge blanc. Pendant l'épanchement des roches trappéennes, il a dû se dégager aussi de la

vapeur d'eau, ainsi que l'atteste la forme bulleuse et amygdaline de ces matières, et sous ce rapport le phénomène volcanique ancien présente de l'analogie avec le phénomène volcanique moderne; mais il n'y a pas analogie complète, car une partie des produits anciens refroidis a retenu de l'eau entrée en combinaison, et l'on n'en a point trouvé dans les laves modernes qui ont été examinées. Cette séparation des deux ordres de faits me paraît se rattacher à deux causes distinctes, une différence dans la composition chimique et une différence dans l'état de la pression. Jusqu'à ce jour, trop peu de recherches chimiques ont été faites à la fois sur les produits anciens et les produits modernes, pour faire connaître l'influence précise que peut avoir, relativement à la présence de l'eau, telle ou telle variation de composition; mais les études déjà faites suffisent pour montrer qu'il y a de notables différences de composition entre les matières hydratées et les matières anhydres; ainsi, la plupart des analyses de diallage et de serpentine conduisent à des formules de bisilicates unis à un ou plusieurs atomes d'hydrate de magnésie; et la présence de la magnésie (en trop grande quantité pour avoir pu former un bisilicate) paraît être une circonstance propre à retenir de l'eau en combinaison.

Mais les analyses chimiques nous apprennent aussi que la quantité d'eau n'est point en relation parfaitement constante avec la composition des substances; et il faut alors faire intervenir une autre cause, savoir les circonstances physiques dans lesquelles s'est opéré le refroidissement de la matière. Ainsi, pour les trapps des Féröe qui paraissent s'être épanchés, au moins en grande partie, sous les

eaux de la mer, à une profondeur plus ou moins grande, et par suite sous une pression plus ou moins forte, les circonstances ont dû être plus favorables pour faciliter la conservation de l'eau, et alors la force d'affinité, tendant à retenir un ou deux atomes d'eau, a pu résister plus aisément à la force élastique de la vapeur que dans le cas où des laves coulent à l'air atmosphérique et au sommet d'une montagne où la pression extérieure est moins forte (1). La rapidité plus ou moins grande avec laquelle s'opère le refroidissement, doit aussi exercer de l'influence sur ce phénomène, car, à mesure que la matière se refroidit, l'intensité de la force élastique de la vapeur va en diminuant, et celle-ci éprouve une difficulté croissante à s'ouvrir un passage à travers une substance qui se rapproche progressivement de l'état solide.

Si l'on tient compte de toutes ces causes, et que l'on réfléchisse à la différence de composition que présentent les trapps anhydres des Féröe (bisilicates presque parfaits, l'élément feldspathique non compris) et les trapps hydratés (bisilicates, plus un excès de base magnésienne), on concevra qu'il puisse y avoir dans cette formation alternance d'assises de roches hydratées et de roches anhydres.

Lits de tuf intercalés entre les bancs de trapp.

Les lits de tuf que l'on trouve intercalés entre les bancs de trapp offrent les mêmes circonstances de régularité que ceux-ci; leur épaisseur est ordi-

(1) De plus, il n'est pas impossible que la pression exercée par l'atmosphère gazeuse qui environne notre globe ait été plus forte autrefois qu'elle ne l'est aujourd'hui.

nairement de quelques pieds et reste assez constante; ils s'amincissent à leurs extrémités en formant de grandes lentilles très-aplaties. On y voit une succession de lits de diverses couleurs, grisâtre, vert foncé, rouge de brique; cette dernière couleur est très-fréquente. Ce tuf est généralement bien stratifié; il paraît compacte au premier aspect, mais en l'examinant attentivement on le voit formé d'un mélange de petits grains hétérogènes : souvent il affecte une structure schisteuse, et se divise par feuillets. Il n'est pas rare de voir la partie supérieure des masses de tuf transformée en une sorte d'argilophyre d'un noir verdâtre, compacte, à cassure conchoïde; cela résulte d'une demi-fusion opérée par le contact de la coulée de trapp qui s'est épanchée sur le tuf.

D'après l'examen chimique et minéralogique que j'ai fait du tuf trappéen des Féröe (première partie de ce mémoire), il me paraît être un dépôt sédimentaire résultant de la destruction superficielle des coulées de trapp. On y trouve quelquefois des débris de matière végétale décomposée formant une espèce de lignite : et les débris de coquilles que l'on trouve en Islande, dans un dépôt tufacé semblable, confirment cette manière de voir. Je ferai remarquer en outre la présence singulière de substances zéolitiques entremêlées dans l'intérieur du tuf.

Maintenant, je vais indiquer rapidement les faits les plus saillants que j'ai remarqués dans les différentes îles que j'ai visitées, et j'aurai alors l'occasion d'ajouter quelques observations qui n'ont pu trouver place dans une description générale.

Ile Stromöe.

Les environs de Thorshavn, île Stromöe, n'offrent rien de remarquable, et l'on y chercherait en vain le beau spectacle de rochers que l'on admire ailleurs en tant d'endroits. Dans une excursion que nous avons faite à Kirkeböe, dans la partie méridionale de l'île, j'ai eu l'occasion d'observer sur les escarpements verticaux du rivage, l'horizontalité bien régulière que présentent les assises de trapp et de tuf sur une très-grande hauteur. A Kirkeböe, quand on monte sur cette falaise abrupte, par laquelle se termine le vaste plateau qui s'étend sur la partie sud de l'île Stromöe, jusqu'au près de Thorshavn; en parcourant les amas de blocs provenant de la destruction de la roche, on trouve plusieurs points où la surface de la coulée de trapp présente des traces de fusion et une structure tiraillée et scoriacée.

Du côté de Thorshavn, le même plateau aboutit à une succession de terrasses en retrait les unes sur les autres et formant une série de gradins disposés en arc de cercle, au bas desquels s'étend vers la mer la petite plaine de Thorshavn. Cette disposition de rochers en forme de gradins circulaires est très-fréquente dans ces îles, et c'est presque toujours ainsi que se présente la descente des montagnes ou des plateaux élevés vers la plaine.

Ile Naalsöe.

L'île Naalsöe, située en face de Thorshavn, est une des plus intéressantes du groupe des Féröe; sur une faible étendue, elle offre presque tous les genres de beautés pittoresques auxquels peuvent donner lieu les formes de rochers les plus variées, et de plus on y observe les circonstances géologi-

ques les plus importantes de ces contrées et le plus grand nombre des minéraux qui accompagnent les roches de trapp. Cette île est formée par une montagne de 12 à 1.500 pieds de hauteur, allongée dans la direction du nord au sud. A l'endroit où est bâti le petit village d'Eyde, l'île se rétrécit beaucoup et se réduit à une plage basse et étroite, qui semble former comme un isthme servant de jonction entre les deux autres parties beaucoup plus élevées. A l'extrémité méridionale, l'île est percée, au niveau de la mer, d'une longue caverne à travers laquelle on voit le jour, et de là lui vient son nom de Naals-öe, île de l'Aiguille. (Voyez les coupes *fig* 1, 2 et 3, *Pl. XI.*)

En examinant d'une certaine distance en mer l'ensemble des assises de trapp qui constituent les falaises de l'île Naalsöe, on reconnaît qu'elles ont une inclinaison générale et régulière vers le S.S.E. : cette inclinaison est très-faible, seulement de 3 à 4 degrés; elle est partagée par les petites couches de tuf intercalées dans le trapp. On peut très-bien reconnaître dans cette île la manière dont se succèdent les diverses variétés de trapp et de tuf trappéen. En plusieurs endroits leur alternance présente de petites ondulations ou des dérangements accidentels, et il n'est pas rare de voir le trapp pénétrer dans le tuf. Quelquefois, entre les bancs de trapp ou à la jonction du trapp et du tuf, on trouve un conglomérat généralement rougeâtre, formé de fragments de trapp plus ou moins gros. Dans les endroits où les couches de conglomérat ou de tuf affleurent au niveau de la mer, la roche oppose moins de résistance à l'action destructive des vagues, et c'est ce qui donne lieu au grand nombre de cavernes que l'on observe en parcourant l'île

Naalsöe. Les flots se précipitent en mugissant dans ces cavernes, et le bruit de leur choc étant répercuté le long des parois retentit comme un coup de tonnerre. L'île Naalsöe est celle où l'on trouve la plus grande abondance de minéraux zéolitiques: ils forment des veines, des nids et géodes dans la roche de trapp; la plupart des fentes et cavités en sont tapissées; mais c'est surtout à la ligne de séparation du trapp et du tuf qu'ils paraissent s'être concentrés.

Ile Sandöe.

Le nom que porte l'île Sandöe (île de sable), m'avait fait concevoir l'espérance d'y trouver quelque fait géologique que je n'aurais pas observé ailleurs, mais mon attente a été déçue, et, contrairement à son nom, cette île ne contient pas de sable ni aucune trace de dépôt arénacé.

L'excursion que j'y ai faite n'a servi qu'à me procurer la vue d'un jet d'eau naturel et intermittent: un peu au nord-ouest du village Hvalnas, au pied d'une falaise où la mer brise contre des récifs, on voit jaillir une petite colonne liquide du milieu des eaux. Je me suis approché en canot aussi près que me l'ont permis les récifs; et en observant l'intermittence du phénomène, j'ai reconnu qu'il avait lieu au moment où la vague vient se briser sur le rivage: ensuite il y a une interruption de quelques secondes pendant que le flot se retire par suite de son mouvement d'oscillation, et au retour le mouvement ascensionnel du jet d'eau recommence. On peut aisément s'en rendre compte en concevant que lors du mouvement de flux de la vague, l'eau s'engouffre dans une cavité disposée en forme d'entonnoir, et présentant une autre issue, placée

verticalement : si ce conduit sinueux présente un peu d'obstacle au mouvement du liquide, lorsque l'eau s'y précipite avec impétuosité, il doit se produire un choc comme dans le bélier hydraulique, et alors une portion de cette eau est projetée, par l'orifice vertical, et forme un jet assez volumineux qui s'élève jusqu'à 15 ou 18 pieds de hauteur. Comme tout l'appareil est caché au-dessous du niveau de la mer, ce phénomène présente au premier aspect quelque chose de mystérieux.

Ile Suderöe (gisement de lignite).

L'île Suderöe, que je n'ai pu visiter à cause de son éloignement du point où nous étions mouillés, est remarquable par le gisement de lignite qui s'y trouve. Il est situé dans la partie septentrionale de l'île, près de Hvalböe : il y a deux couches de charbon bitumineux (pech-kohl) séparées par une couche d'argile, et cela paraît faire suite aux assises de la formation trappéenne. Le charbon est accompagné d'argile schisteuse et d'argile endurcie : on y trouve du fer carbonaté en rognons, avec des cristaux de quartz et de fer spathique, et quelquefois on y rencontre des restes de plantes en forme de roseaux. D'après le rapport de M. Henckell, les couches de ce lignite s'étendent sur une longueur de 12.000 pieds et une largeur de 4.000. Dans l'île de Myggenäs, il y a un gisement analogue, mais moins considérable.

Résumé général.

Le phénomène de la coulée de roches ignées s'est produit aux îles Féröe sur une échelle immense ; mais, jusqu'à présent, on ne peut en déterminer d'une manière précise l'époque géologi-

que, car il n'y a point ici de terrain sédimentaire d'un âge bien connu qui, par sa liaison avec le trapp, puisse nous éclairer sur l'époque où celui-ci a fait éruption. On voit que de grandes masses de lave trappéenne se sont épanchées sur des surfaces horizontales et unies pendant une longue période de temps et à diverses époques qui ont dû être séparées par des intervalles de temps assez longs pour qu'il ait pu se former entre deux coulées consécutives des dépôts sédimentaires dont l'épaisseur s'élève à une vingtaine de pieds. Cette accumulation successive de laves entremêlées de tuf s'est produite sur une épaisseur telle que la partie aujourd'hui visible au-dessus de la mer s'élève jusqu'à plus de 3.000 pieds; et comme les assises restent à peu près horizontales sur toute cette hauteur, leur inclinaison étant au plus de 4 à 5 degrés, il faut en conclure que les différents bancs de matière liquide, en se superposant, ont dû atteindre une épaisseur probablement bien supérieure à 3.000 pieds, car cette élévation représente seulement les inégalités ou les différences de niveau qui, depuis l'épanchement de ces roches, ont été produites à leur surface; soit à l'occasion d'un soulèvement, soit par suite de fentes ou fractures agrandies par la dégradation incessante que causent les eaux de la mer.

Origine des îles Féröe et manière dont elles sont arrivées à leur forme actuelle.

Je suis naturellement amené à discuter la manière dont ces îles ont dû se former : à voir de loin la forme conique ou pyramidale de quelques-unes d'entre elles, on pourrait être tenté d'attribuer leur origine à des éruptions distinctes; mais

quand on examine la régularité avec laquelle se succèdent les assises à peu près horizontales de roche trappéenne, et quand on observe que plusieurs de ces îles sont séparées par des canaux très-étroits, et qu'il y a correspondance des assises sur les deux parois de ces canaux, on reconnaît alors que ces îles ont dû former primitivement un tout, qui s'est ensuite divisé en plusieurs masses, et que quelques-unes de ces masses ont dû être détruites postérieurement. Cette manière de voir est la seule qui permette de concevoir les faits; aussi vient-elle naturellement à l'esprit de tous les géologues qui visitent les Féröe : elle a été émise d'abord par M. Mackensie, et M. Forchhammer l'a reproduite plus tard. Voici de quelle manière le phénomène me paraît s'être passé : les coulées de lave trappéenne se sont probablement épanchées, ainsi que l'indiquent les lits de tuf, au-dessous des eaux de la mer et sur un fond que l'accumulation de détritus avait dû rendre à peu près horizontal. Alors les coulées successives se seront superposées régulièrement en restant horizontales, et plus tard une action souterraine aura déterminé l'élévation d'une partie de la masse au-dessus du niveau de la mer; ce relèvement est indiqué par la pente régulière des assises de trapp; comme elles partagent toutes la même inclinaison, depuis le sommet jusqu'au bas des montagnes, il faut en conclure que c'est le résultat d'une action qui les a infléchies postérieurement. L'inclinaison que prirent alors les assises de trapp n'est pas la même dans toutes les îles : dans celles du N.E., la pente générale est vers le S.; dans le N. de Stromöe et Osteröe, ainsi qu'à Naalsöe, elle est au S.S.E.; dans la partie moyenne de Osteröe, elle

est à l'E.N.E., et dans la partie méridionale de Stromöe, elle est à l'E.S.E.; à Myggénas, la pente est vers l'E. En jetant les yeux sur une carte géographique des Féröe, et y marquant les inclinaisons respectives des différents points, on voit qu'il y a eu un affaissement au centre, entre les îles Stromöe et Suderöe, et que la partie méridionale de la masse s'est infléchie vers le N.E., tandis que l'autre s'est inclinée vers le S.

Alors s'est produite la division de la masse trappéenne en plusieurs parties; et dès cette époque, le retrait occasionné par le refroidissement du trapp avait dû déterminer de larges fentes dont quelques-unes furent remplies de nouveau par la même roche. Mais la séparation, une fois opérée, a dû toujours aller en croissant; car les flots de la mer s'engouffrant dans tous les vides, et sapant la base d'une roche privée de cohérence par sa tendance à la division prismatique, la démolition a dû s'étendre rapidement et réduire cette vaste formation à un grand nombre de petites îles et de rochers isolés au milieu de la mer.

En terminant ces observations, je ferai remarquer que les Féröe sont situées sous cette zone méridienne qui renferme un grand nombre d'îles d'une origine volcanique ancienne, l'Islande, les Hébrides, l'Irlande, Madère, les Canaries, les îles du Cap-Vert et Sainte-Hélène : dans plusieurs de ces contrées, l'activité volcanique n'est point encore entièrement éteinte.

NOTICE

Sur le puddlage de la fonte pratiqué à Montblainville (Meuse) à l'aide des gaz combustibles d'un feu d'affinerie (1);

Par M. SAUVAGE, ingénieur des mines.

La chaleur perdue des feux d'affinerie est appliquée avec succès, dans un grand nombre d'usines, aux diverses opérations métallurgiques qui n'exigent pas le développement d'une très-haute température.

A l'époque où M. Ebelmen se livrait aux importantes recherches qu'il a publiées sur la composition des gaz qui se dégagent de ces foyers, des essais infructueux avaient déjà été tentés pour opérer le puddlage à l'aide de ces gaz. Mais, ainsi que le fait remarquer M. Ebelmen « on n'avait pas encore employé pour brûler les gaz du feu de forge, un courant d'air chaud projeté à la fois par plusieurs orifices, comme cela se pratique maintenant pour la combustion des gaz des hauts-fourneaux. »

Ce nouvel usage des chaleurs perdues a été, dans ces derniers temps, à l'usine de Montblainville, l'objet de nombreuses expériences, et le puddlage s'y pratique d'une manière assez régulière et assez avantageuse pour que nous croyions utile d'en faire connaître les résultats. Le feu d'affinerie, il est vrai, n'est point alimenté par du charbon pur, mais par un mélange de charbon et

(1) Ce procédé est brévelé.

rature suffisante pour cette phase de l'opération, et au four à puddler une flamme plus abondante et plus longue que ne le ferait le charbon. Aussitôt que la loupe est sortie du feu d'affinerie pour être cinglée, l'ouvrier remplit le foyer avec environ $0^{mc},07$ de charbon de forêt, recouvert d'un peu de bois desséché, puis il met une nouvelle charge de fonte. L'emploi du charbon est indispensable dans cette période du travail, afin de pouvoir chauffer au *blanc soudant* la loupe qui sera rapportée au feu après le cinglage.

Cette loupe est chauffée et étirée au marteau comme à l'ordinaire.

L'affinage et l'étirage d'une loupe durent d'une heure et demie à deux heures.

Puddlage. Le four à puddler traite les mêmes fontes que le feu d'affinerie. Pendant les premières heures de marche de celui-ci, le four à puddler s'échauffe graduellement; le puddleur prépare la sole et fait rougir dans le four G une charge de 170 à 200 kilogrammes de fonte. Dès qu'il juge que le four est assez chaud et que la sole est prête, ce qui a lieu après quatre ou cinq heures, il charge dans le four E la fonte déjà rouge et met une nouvelle charge dans le four G. Le travail est ensuite conduit comme dans les fours ordinaires. La durée d'une opération est à peu près la même qu'au feu d'affinerie. Le four marche quinze jours sans réparation. Quant à la qualité du fer, elle paraît bien supérieure à celle que donnaient les fours à la houille dans les mêmes circonstances, et serait plutôt comparable à celle des fers au bois.

Dessiccation du bois. Le ventilateur I reçoit le mouvement de la roue des soufflets au moyen d'une corde et de poulies de renvoi. Il aspire par le

conduit K une partie des résidus de la combustion qu'il chasse dans un canal en maçonnerie de 6 à 7 mètres de longueur, de $0^m,30$ de section carrée, et pratiqué en contre-bas du sol. Ce canal est recouvert de plaques en fonte de $0^m,40$ de largeur, élevées de $0^m,01$ au-dessus des parois verticales de manière à forcer le gaz chaud à s'échapper par les côtés et horizontalement.

La meule de bois à dessécher est dressée sur une base elliptique dont le canal O est le grand axe; elle est recouverte de terre et de fraisil; le bois est disposé de manière à ne pas toucher les plaques de fonte. La meule est d'environ 40 stères et la vitesse du ventilateur, combiné avec l'action d'un petit registre S est réglée de manière à maintenir dans la meule une température de près de 200°. Après trois ou quatre jours le bois est sec; il a perdu 25 p. 0/0 de son poids et 10 p. 0/0 de son volume. La couleur est légèrement brunie. Il est en tout comparable au produit qu'on obtient par le procédé Echement que nous avons décrit (*Annales*, 3e série, t. XVIII, p. 677) et auquel il ressemble.

Deux meules et deux ventilateurs suffisent au roulement du feu d'affinerie, sans nuire à la marche du four.

Consommations et produits. — Comparaisons.

Du 1er septembre 1843 au 31 mars 1844 le feu d'affinerie, fonctionnant à l'ancienne méthode, a consommé 167.810 kilogrammes de fonte et 1060 mètres cubes de charbon dont un septième est pour le déchet en halles (ce déchet est réel et constaté par le roulement de plusieurs années); il a produit 119.737 kilogrammes de socs de charrues, soit, par mois, 14.967 kilogrammes.

plus haut, un déchet de halle qui équivaut à un septième, en sorte que la dépense effective dans

le feu d'affinerie est.	1770 kil.
moins 1/7.	253
ou.	1517
et en bois $\frac{1517}{75}$ ou.	$20^{st.},22$

Par la marche actuelle la consommation est :

1° $1^{mc},90$ de charbon pesant 380 kil. correspondant à.	$5^{st.},07$
et 2°, $13^{mc},67$ de bois sec provenant de	15 ,20
Total. . . .	20 ,27

Pour obtenir la dépense effective du feu d'affinerie, il faut retrancher un septième du poids total du charbon employé, c'est $\frac{380}{7}$ ou 54 kilogr. correspondant à $0^{st.},72$. La consommation totale est donc $19^{st.},55$ au lieu de $20^{st.},22$. La substitution du bois sec au charbon de forêt paraît donc en réalité apporter peu d'économie ($0^{st.},67$) à la consommation du combustible. Cependant cette économie est réellement plus forte qu'elle ne semble résulter des calculs précédents. En effet, bien que la flamme du feu d'affinerie suffise presque constamment pour élever et maintenir à un degré convenable la température du four à puddler, il est certain que pendant la période d'*avalage* qui précède la sortie de la loupe, le feu d'affinerie serait à peu près dégarni de combustible, si l'on n'avait à s'occuper que de lui; celui qu'on ajoute alors pour que le four à puddler ne se refroidisse pas, doit donc être compté en dépense à ce dernier.

Il est fort difficile d'en fixer d'une manière précise la quantité relative. MM. Bellevue et Lorcet, qui ont mis la plus grande obligeance à me fournir tous ces renseignements, sur l'exactitude desquels on peut compter, l'estiment au septième de la dépense totale ou $2^{st.},79$. Ce volume ajouté à $0^{st.},67$ représenterait l'économie totale en combustible.

Pour apprécier le rapport de la quantité de chaleur perdue avec celle qui est utilisée dans le foyer d'affinerie, on considérera que celui-ci produisant moyennement 43 kil. de fer en $1^{h},75$, consomme pendant ce temps $0^{st.},84$ et pendant une heure $0^{st.},48$ de bois, susceptibles de développer environ 3.600 calories par kil. Le nombre total d'unités calorifiques est donc 3.600×48 multiplié par le poids du stère de bois sec, 280 kil. ou 483.840. Dans la même période, $1^{h},75$, le four à puddler produit environ 150 kil. de fer qui, par le traitement ordinaire, eussent exigé l'emploi de $97^{k},50$ de houille; c'est, par heure, $55^{k},70$. Or, un kilogramme de houille pouvant développer 7.500 calories, ces $55^{k},70$ donneraient 417.700 unités de chaleur ou les 85 centièmes de la valeur calorifique du combustible employé. Cette comparaison n'est pas d'ailleurs parfaitement exacte, car la chaleur perdue qui s'échappe d'un four à la houille brûlant par heure $55^{k},00$ est incomparablement plus grande que celle que possèdent les gaz combustibles du four de Montblainville à leur sortie de l'appareil, bien que ceux-ci soient encore susceptibles d'échauffer l'air et de carboniser le bois nécessaire au roulement du feu d'affinerie.

Si l'on considère maintenant la question financière qui, en définitive, est pour une usine la plus

importante, on voit que la consommation de combustible étant autrefois de 8^{mc},85 de charbon à 13^{f},12 l'un. . . . . 116^{f},11
elle est aujourd'hui de 1^{m},90
de charbon à 13^{f},12. . . . 25^{f},84
et de 13^{m}67 de bois desséché
à 6^{f},40. 87,48

Total. . . . 113,32 (1) 113,32

Économie apparente. 2,79

Dans l'hypothèse où le septième de la dépense (113^{f},32), ou 16^{f},00, serait dévolu au four à puddler, il n'y aurait plus au compte du feu d'affinerie que 97^{f},22, et une économie de 18^{f},79 par

(1) *Prix du charbon de forêt.*

On a carbonisé en forêt :

	fr.
13 stères de bois à 3 fr. 50 c.	45,50
Les frais de carbonisation s'élèvent à. .	3,00
Le transport à.	4,00
Total.	52,50

Le produit obtenu a été 4^{mc},00 de charbon ; c'est donc par mètre cube 13 fr. 12 c.

Prix du bois desséché.

On a desséché :

	fr.
2 stères à 3 fr. 50 c.	7,00
Dessiccation à l'usine à 50 centimes. .	1,00
Transport à 1 fr. 25 c.	2,50
Sciage à 50 centimes.	1,00
Total.	11,50

On a obtenu 1^{m},80 de bois sec, le mètre cube revient donc à 6 fr. 40 c.

1000 kil. de fer devrait être attribuée à la substitution du bois desséché au charbon de forêt.

Comme le four à puddler produit à peu près 3 1/2 de fer pendant que le feu d'affinerie en produit 1, cette dépense de 16f,00 n'affecterait que de 4f,55 les 1000 kil. de fer puddlé.

Les fours à puddler de Montblainville, qui depuis un certain temps sont en chômage par suite du prix trop élevé du combustible, ne dépensaient pas moins de 650 kil. de houille de Liége de bonne qualité par 1000 kil. de massiaux. La houille belge coûtant aujourd'hui 40 fr. la tonne rendue à Montblainville, les 650 kil. reviendraient à 26f,00. L'économie nette est donc 21f,45.

En résumé les résultats économiques sont :

1° Pour le feu d'affinerie 18f,79 par 1000 kil. et par mois sur 14.750 kil.	277f,15
2° Pour le four à puddler 21f,45 par 1000 kil. et par mois sur 45.200 kil.	1115,40
Économie mensuelle.	1392,55

Dépenses pour construction et établissement des appareils.

Le four à puddler de Montblainville ne diffère d'un four ordinaire que par la substitution d'un feu d'affinerie à la grille, par la suppression de la grande cheminée d'appel et par l'adjonction d'un appareil à air chaud.

La construction de cet appareil peut être évaluée à 4 ou 500 fr.; les deux ventilateurs et les plaques des deux meules peuvent coûter à peu près autant; c'est une dépense totale, dans les conditions ordinaires, de 800 à 1000 fr., dépense

compensée en partie par la suppression de la cheminée d'appel.

Une usine qui disposerait de trois feux d'affinerie et d'un laminoir pourrait avoir un système complet de puddlage et d'étirage; l'un des feux servirait à alimenter un four à réchauffer le fer qui proviendrait des deux autres feux. L'expérience du réchauffage a été faite avec succès à Montblainville par la conversion momentanée du four à puddler en four à souder.

ANALYSE

De quelques minéraux.

Par M. ACHILLE DELESSE, aspirant-ingénieur des mines.

Dysodil.

M. Cordier a donné le nom de dysodil à une substance se présentant en feuillets minces et élastiques, dont la couleur peut varier du noir au gris verdâtre et au jaune sale. Elle a d'abord été trouvée en Sicile, mais depuis on l'a rencontrée dans plusieurs localités qui appartiennent à la formation des lignites, en particulier dans le Westerwald, près de Rolt, et de Siegberg, au nord des Sept-Montagnes, à Saint-Amand en Auvergne et enfin à Glimbach, aux environs de Giessen.

M. Ehrenberg, qui a étudié sous le microscope plusieurs variétés de dysodil, a reconnu qu'il est formé en grande partie de carapaces siliceuses d'infusoires appartenant ordinairement à la classe des *Navicularis* et de débris végétaux qui proviennent principalement d'arbres résineux : il le regarde, du reste, comme un cas particulier du schiste à polir de Bilin et de Cassel, duquel il différerait seulement en ce qu'il contiendrait une quantité plus ou moins grande de ces débris végétaux.

Cette substance n'ayant pas encore été analysée, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à l'examiner : j'ai opéré sur un échantillon de dy-

sodil de Glimbach provenant d'amas assez considérables se trouvant dans l'argile plastique de la formation des lignites. La structure papyracée y est aussi développée que possible, et il se laisse diviser en feuillets très-minces d'une grande élasticité; sa couleur est noire brunâtre; il brûle avec une flamme légère en répandant une odeur très-désagréable.

Chauffé dans le tube, il donne de l'eau et un liquide jaune bitumineux.

Au chalumeau, il se fendille suivant des feuillets très-minces, et on peut brûler toute la matière bitumineuse; en chauffant fortement il fond et donne une scorie brun rougeâtre, qui est bulleuse, très-légère, et qui raye le verre avec facilité. Cette scorie ne se laisse décomposer ni par l'acide chlorhydrique, ni par l'acide sulfurique; mais quand on la fait bouillir avec de la potasse caustique, elle est attaquée et de la silice est dissoute : ces propriétés montrent donc qu'elle est très-riche en silice. Du reste, avec le borax et le sel de phosphore on a des verres qui, lorsqu'ils sont chauds, présentent la coloration due au fer et indiquent une forte proportion de silice.

Avec les acides, le dysodil ne produit pas d'effervescence; quand on le laisse digérer avec de l'acide chlorhydrique, il se forme de petits cristaux d'un sel organique dont la base a été fournie par la matière bitumineuse du dysodil. On reconnaît qu'il contient de l'azote par le procédé ordinaire.

En suivant la marche employée pour l'essai des combustibles, j'ai trouvé qu'on avait pour le dysodil la composition suivante :

Eau et matières bitumineuses volatiles			0,491
Carbone			0,055
Résidu.	Peroxyde de fer	0,110	0,454
	Silice soluble dans la potasse	0,174	
	Argile inattaquable par les acides (silicate d'alumine et de chaux, traces de fer)	0,170	
			1,000

On voit que par la proportion d'eau et de matières volatiles qu'il contient, le dysodil se rapproche des lignites, mais il renferme énormément plus de cendres et beaucoup moins de carbone fixe; car il résulte des analyses de M. Berthier que pour les lignites la proportion de cendres varie de 6 à 18 p. o/o, et celle du carbone de 24 à 25.

Quoiqu'il renferme peu de matières combustibles, le dysodil est cependant employé comme la tourbe, même en Sicile où la quantité de carbone fixe est probablement encore moindre que pour l'échantillon qui précède. Du reste, ce n'est pas une matière dont la composition soit constante, car à Glimbach même on trouve toutes les variétés, depuis une sorte d'argile schisteuse jusqu'au dysodil papyracé et élastique que j'ai examiné; on voit seulement que l'analyse chimique s'accorde bien avec les observations microscopiques de M. Ehrenberg, et que de la silice libre a été produite par les infusoires dans les terrains tertiaires.

On sait que la présence de la silice libre dans les divers terrains a souvent embarrassé les géologues; si dans certains cas elle paraît avoir été produite par des débris d'infusoires ou des spicules de spongiaires, dans d'autres, au contraire, elle a été déposée par des eaux qui la tenaient en dissolution; ce phénomène se produit encore de nos

jours, et on doit lui attribuer la silicification des bois. L'analyse chimique ne saurait toutefois éclairer à cet égard, et il n'y a que le microscope qui puisse décider la question; aussi il serait à désirer que qu'on étudiât sous le microscope les divers étages de la formation jurassique et crétacée des Ardennes, dans lesquels M. Sauvage a démontré depuis longtemps la présence d'une grande quantité de silice libre et immédiatement soluble dans la potasse; cette étude permettrait de décider si cette silice a une origine animale ou si elle a été produite par voie de dissolution.

Arragonite de Herrngrund en Hongrie.

L'arragonite (1) a été souvent l'objet des recherches des chimistes qui ont cru pendant quelque temps pouvoir attribuer à sa composition chimique la propriété qu'elle a de cristalliser en prisme rhomboïdal droit, tandis que la chaux carbonatée cristallise en rhomboèdre. Elle a d'abord été analysée par Vauquelin, Fourcroy, Proust, Biot et Thénard, qui n'y ont trouvé que de la chaux et de l'acide carbonique. M. Stromeyer est le premier qui ait annoncé que l'arragonite contenait du carbonate de strontiane, et il pensa qu'on devait attribuer à ce dernier la cause de la différence de la cristallisation de l'arragonite et de la chaux carbonatée. Cependant les expériences de M. Stromeyer furent reprises depuis par MM. Buchotz et Meisner, qui analysèrent plusieurs variétés d'arragonite de Neumark, de Saalfeld, de Minden, de Bastennes et du Limbourg, sans pouvoir y trouver de la strontiane. Il semblerait donc que

(1) *Rammelsberg, Handwörterbuch der Mineralogie.*

la présence de la strontiane était accidentelle, et c'est en effet ce qui a été démontré depuis par MM. Gustave Rose et Mitscherlich. Ainsi M. Mitscherlich a observé que l'arragonite pouvait se transformer en chaux carbonatée rhomboédrique par l'action de la chaleur; M. Gustave Rose a reconnu que quand on précipite à froid un sel de chaux par un carbonate alcalin, le précipité examiné sous le microscope offre de petits rhomboèdres comme la chaux carbonatée; tandis que la même opération exécutée à la chaleur de l'eau bouillante donne de petits cristaux prismatiques comme ceux de l'arragonite. Il résulte donc de là que l'arragonite peut être du carbonate de chaux pur.

M. Haidinger ayant envoyé à l'École des mines un très-bel échantillon d'arragonite provenant de Hernngrund, en Hongrie, j'ai essayé d'en faire l'analyse. Elle se présente en cristaux d'une transparence et d'une limpidité parfaites, irrégulièrement implantés sur une masse d'un jaune de soufre, et qui est aussi de l'arragonite.

Ces cristaux sont formés par la réunion et le groupement du prisme rhomboïdal primitif autour de son axe vertical, et contrairement à ce qui a lieu ordinairement dans l'arragonite, la partie supérieure de ce groupement de cristaux est terminée par une face plane, qui est la face commune de tous les prismes rhomboïdaux réunis; cette face porte seulement quelques stries qui indiquent très-bien le mode de groupement des prismes rhomboïdaux primitifs, et qui forment une espèce d'X, dont les branches sont ordinairement irrégulières; le groupement est de quatre cristaux, mais le cristal prend des formes assez

différentes suivant le développement qu'a reçu chacun des prismes qui le composent.

Chauffée, la substance présentait bien au feu les caractères de l'arragonite ; elle décrépitait, se gonflait et tombait en poussière ; il semble qu'il y ait dans ce fait quelque chose d'analogue à ce qui se passe dans les *larmes bataves*. Quand on vient les briser en un point, elles se réduisent en poussière dans la main, parce qu'on détruit un état d'équilibre forcé entre les molécules du corps. Ici de même, quand on vient, par la manière inégale dont la chaleur se propage dans les cristaux, à rompre l'état d'équilibre qui était établi entre les molécules d'arragonite, état qui paraît être forcé d'après l'expérience de M. Rose, elle perd toute cohésion, et c'est alors qu'elle décrépite.

La perte au feu a été déterminée en opérant sur 1 gr. ou 2g,5 de matière. Pour cela on a chauffé jusqu'au rouge sombre, de manière à ne pas décomposer le carbonate ; puis on a chauffé jusqu'au rouge blanc, de manière à décomposer une partie de carbonate ; ensuite on a traité à plusieurs reprises la matière par le carbonate d'ammoniaque, de manière à carbonater la chaux amenée à l'état caustique : on a obtenu ainsi le nombre 0,0013.

Ce nombre est notablement moindre que celui de M. Stromeyer, qui est même quelquefois triple de celui-là. Quoiqu'on ait pris soin de dessécher la substance, il serait même possible que cette perte provînt de l'eau hygrométrique ; comme l'arragonite de Herrngrund est très-limpide, il paraîtrait, d'après cela, que la limpidité d'un cristal d'arragonite est d'autant plus grande qu'il renferme peu ou point d'eau de cristallisation.

On a recherché s'il y avait de la strontiane par

le procédé des nitrates et de l'alcool ; on n'en a pas trouvé ; il n'y a pas non plus d'autre base que la chaux dans les cristaux d'arragonite, excepté dans la partie jaune du soufre sur laquelle ils sont implantés qui contient 0,0017 de carbonate de fer.

Plumbocalcite (1).

Cette plumbocalcite, qui vient de Léadhills en Écosse, est parfaitement cristallisée en rhomboèdres ; elle est d'un blanc légèrement rose, et elle présente bien les clivages de la chaux carbonatée, mais elle a cependant dans sa cassure un état qui n'est pas ordinaire à ce dernier minéral.

Depuis longtemps M. Johnston a donné la composition de la plumbocalcite ; cependant, comme pour l'échantillon qui nous occupe en ce moment les cristaux sont isolés et parfaitement formés, et qu'il ne paraît pas qu'on doive craindre de mélange, j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à reprendre l'analyse.

Chauffant un fragment de la substance à la lampe, de manière à chasser les matières volatiles qu'elle pourrait contenir sans décomposer les carbonates, on n'a obtenu qu'une perte de 0,0005.

Le minéral décrépite, mais il ne se brise pas comme l'arragonite ; il perd sa transparence et devient d'un gris blanchâtre.

Pour l'analyse, on a dissous le minéral dans l'acide nitrique, et on a précipité le plomb par l'hydrosulfate d'ammoniaque ; on l'a ensuite dosé à l'état de sulfate qui était légèrement coloré en

(1) Poggendorff, tome 25.—M. Berthier, Essais par la voie sèche. Plomb.

rouge par une trace de fer. La composition de cette plumbocalcite est donc :

Perte au feu.	0,0005
Carbonate de plomb. .	0,0234
Carbonate de chaux. .	0,9761

L'examen de l'échantillon analysé ne permet guère de supposer que le carbonate de plomb se trouve mélangé mécaniquement à la substance, il doit entrer à l'état de combinaison : c'est du reste ce qu'il est d'autant plus naturel d'admettre, que la chaux et l'oxyde de plomb sont isomorphes ; seulement ici la quantité d'oxyde de plomb qui est substituée à la chaux serait assez faible et le *tiers* environ de celle qui a été trouvée par M. Johnston. Du reste, depuis la découverte de M. Johnston, les minéralogistes ont eu l'occasion de signaler plusieurs minéraux dans lesquels la chaux et l'oxyde de plomb se remplacent mutuellement. Ainsi, M. Böttger a trouvé dans une arragonite de Silésie 0,038 de carbonate de plomb ; ce qui fait voir que non-seulement les carbonates de chaux et de plomb sont dimorphes, mais qu'il en est aussi de même pour leurs combinaisons.

Enfin, dans les *Annales des mines* de 1843, 1re livraison, M. Doméyko a fait connaître un molybdate de plomb qu'il a trouvé au Chili, et dans lequel une notable quantité de l'oxyde de plomb a été remplacée par de la chaux.

Phosphate d'alumine hydraté de Bernon.

M. Danhauser a trouvé à Bernon, près Épernay, une substance blanche ressemblant assez à de l'alumine desséchée sur un filtre, tapissant une gangue colorée par de l'oxyde de fer et de manga-

nèse, qui paraît appartenir à la formation de l'argile plastique. Plusieurs collections de Paris en possèdent des échantillons qui sont classés à l'alumine; cependant celui que nous avons essayé contient de l'acide phosphorique.

Dans le tube fermé, cette substance noircit et donne beaucoup d'eau; cette eau est accompagnée de matières bitumineuses; elle est acide, rougit le papier de tournesol, et de plus elle paraît corroder légèrement le verre; ce qui indiquerait peut-être la présence d'un peu d'acide fluorhydrique.

A la flamme extérieure, la couleur noire produite par du carbone provenant d'une matière organique disparaît, et la substance redevient blanche. Elle est infusible.

Avec le sel de phosphore, la dissolution se fait facilement, et l'on a une perle bien transparente; avec le carbonate de soude, la matière se gonfle, mais il ne paraît pas y avoir dissolution; avec le nitrate de cobalt on a une belle coloration bleue.

Non calcinée, la substance se dissout intégralement, et avec la plus grande facilité dans les acides. Elle se dissout également dans la potasse caustique, mais cependant avec difficulté. Après calcination, elle n'est attaquée qu'avec beaucoup de peine par les acides.

On voit que la substance présente toutes les propriétés de l'alumine pure, et elle en a aussi l'aspect; cependant elle contient de l'acide phosphorique, comme je m'en suis assuré par le procédé Vauquelin et Thénard. De plus, elle renferme un peu de chaux qui est sans doute à l'état de carbonate, car dans l'attaque par les acides on observe un dégagement de gaz, qui toutefois est

beaucoup plus lent que celui qui résulte de l'action d'un acide sur un carbonate.

Après avoir fait sécher pendant plusieurs heures la substance sur l'alambic, de manière à la débarrasser de son eau hygrométrique, la perte a été d'environ 10 p. 0/0, et j'ai trouvé, en opérant sur $0^g,5$ desséchés,

Eau et matière organique. . . .	49
Phosphate d'alumine.	36
Carbonate de chaux et perte. .	5
	100

J'avais à ma disposition une trop petite quantité de matière pour doser l'acide phosphorique, mais on voit que ce minéral doit former une espèce distincte de la wawellite, qui contient de 20 à 30 p. 0/0 d'eau, tandis que le phosphate de Bernon renferme 49 p. 0/0 d'eau et d'une matière organique. Du reste, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXI, Vauquelin a déjà signalé un hydrophosphate d'alumine provenant de l'île Bourbon, dont la composition était différente de celle de la wawellite, et contenant une substance organique qui était de l'ammoniaque.

Hydrosilicate de magnésie d'une composition nouvelle.

Cette substance, rangée à la collection de l'École des mines, à l'espèce minérale que M. Breithaupt a établie sous le nom de *kérolite*, m'a paru présenter de l'intérêt et demander à être examinée. Elle vient d'Allemagne, mais la localité est inconnue; quoi qu'il en soit, on voit qu'elle se trouvait dans de la serpentine.

Elle est d'un blanc jaunâtre, opaline et légère-

ment transparente; elle a un aspect de cire dans sa cassure, et est grasse au toucher; dans certaines parties, elle offre des taches d'un blanc de lait, qui ne doivent pas avoir la même composition chimique que le reste.

Sa densité est de 2,335.

Chauffée légèrement dans un tube fermé, elle devient noire et perd de l'eau; quand on la chauffe plus fortement, en dirigeant sur le tube le jet du chalumeau, elle passe au blanc mat, mais elle a perdu sa translucidité. Cette coloration noire ne me paraît pas devoir être attribuée à du bitume, car elle disparaît quand on chauffe fortement la substance dans un tube fermé; elle est, du reste, une propriété des hydrosilicates alumineux de magnésie, car elle est commune à la *kérolite*, à la métaxite, à la saponite, etc.

Mise dans l'eau après calcination, la substance laisse dégager un très-grand nombre de bulles de gaz; elle est dure et ne se laisse que difficilement attaquer par les acides, tandis qu'avant elle était rayée par la chaux carbonatée et facilement attaquable.

Elle est complétement infusible.

Avec le sel de phosphore, elle donne un squelette de silice. Pour faire l'analyse, j'ai opéré sur une portion bien homogène, et cette homogénéité même m'a été démontrée, à postériori, par la similitude des résultats obtenus en opérant sur deux parties de la matière qui n'avaient pas été mélangées entre elles.

L'analyse qualitative a montré que la substance ne contient que de l'eau, de la silice, de la magnésie, un peu d'alumine et des traces de fer, qui pa-

raît être à l'état de peroxyde, et répandu en veinules dans la masse.

En pesant la substance, après l'avoir seulement chauffée au rouge sombre, de manière à lui faire prendre la couleur noire, j'ai obtenu une perte qui était d'environ 10 p. o/o. Les dernières parties de l'eau sont très difficiles à chasser, et pour être plus sûr que la substance en était complétement débarrassée, je l'ai chauffée dans un fourneau de calcination.

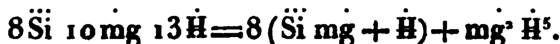
Trois grammes de la matière ont été attaqués par de l'acide chlorhydrique concentré. Dans deux expériences, la silice a été déterminée comme à l'ordinaire et redissoute dans la potasse, pour s'assurer de sa pureté. Les deux opérations ont donné des résultats concordants jusque dans les centièmes.

Quoiqu'on eût pris le soin de mettre du chlorhydrate d'ammoniaque dans la dissolution, il s'est précipité de la magnésie avec l'alumine et le fer quand on a traité la liqueur par l'ammoniaque : cet inconvénient paraît inévitable quand elle est riche en magnésie. On a redissous le précipité, et versé de l'hydrosulfate d'ammoniaque qui a précipité seulement l'alumine et le fer; puis on a repris de nouveau par l'acide nitrique et précipité enfin l'alumine par l'ammoniaque. Réunissant les eaux mères contenant la magnésie, on l'a précipitée par le phosphate de soude ammoniacal; puis elle a été dosée, en supposant que le sel contenait 36,67 p. o/o de magnésie.

L'alumine et la magnésie n'ont été déterminées que par une seule expérience. J'ai trouvé ainsi :

		Oxygène.	
Eau	0,164	0,146	13
Silice	0,535	0,278	25
Alumine et trace d'oxyde de fer.	0,009		
Magnésie	0,286	0,110	10
	0,994		

La formule qui exprime les rapports entre les quantités d'oxygène pour la silice, l'eau et la magnésie est : $Si^{25}\,Mg^{10}\,Aq^{13}$; mais une erreur d'une unité dans ces nombres est admissible, et dans les limites de l'erreur qui résulte de l'expérience. Si l'on suppose donc qu'on ait trouvé Si^{24} au lieu de Si^{25}, on pourrait représenter cet hydrosilicate de magnésie par la formule atomique :



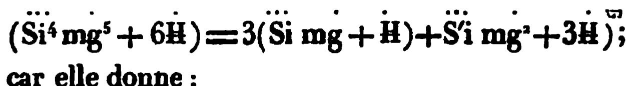
$$8\dddot{Si}\ 10\dot{m}g\ 13\dot{H} = 8(\dddot{Si}\,\dot{m}g + \dot{H}) + \dot{m}g^2\,\dot{H}^5.$$

Ce qui donne :

Silice.	8 at.	4619,76	0,533
Magnésie. . .	10	2583,50	0,309
Eau.	13	1462,24	0,168
		8665,50	1,000

Résultats qui concordent avec ceux de l'expérience.

Mais on resterait encore dans les limites des erreurs d'expérience en adoptant la formule :



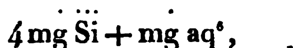
$$(\dddot{Si}^4\,\dot{m}g^5 + 6\dot{H}) = 3(\dddot{Si}\,\dot{m}g + \dot{H}) + \dddot{Si}\,\dot{m}g^2 + 3\dot{H});$$

car elle donne :

Silice. . . .	4 at.	0,541	1,000
Magnésie. .	5	0,301	
Eau.	6	0,158	

Le minéral serait donc une combinaison d'écume de mer avec une hydrophite magnésienne ;

ou bien on pourrait encore la mettre sous la forme :



$$4\,mg\,\dddot{Si} + mg\,aq^{6},$$

et le minéral analysé formerait un septième terme dans la série des silicates de magnésie combinés avec de l'hydrate qui a été proposée par M. de Kobell (*Poggendorff*, 1844).

Quoi qu'il en soit, cette substance ne peut se rapporter ni à l'écume de mer, ni à la kérolite ; sa densité est comprise entre celle de ces deux minéraux, car celle de la kérolite est 2,2 (*Pfaff Schweiger*, J. LV, p. 242, et *Breithaupt*, p. 304), celle de l'écume de mer varie de 2,6 à 3,4.

Ses propriétés physiques et les réactions du chalumeau sont les mêmes ; mais les résultats de l'analyse chimique sont très-différents, surtout de ceux de la kérolite (*Rammelsberg Handvorterbuch*, p. 339).

Du reste, la composition chimique de la kérolite, et même de l'écume de mer, ne paraît pas encore établie d'une manière bien certaine (*Rammelsberg*, p. 412) ; les différences que présentent les analyses paraissent surtout provenir de la quantité d'eau, ces substances étant très-hygrométriques : on pourrait peut-être lever toutes les difficultés, en les desséchant sous la machine pneumatique au moyen d'acide sulfurique ; mais, comme le fait remarquer M. de Kobell, on n'est pas certain qu'une partie de l'eau de combinaison ne se dégage pas, car on a constaté que cela a lieu pour le sulfate de cuivre qui peut devenir noir de cette manière.

Métaxite.

La métaxite est une espèce minérale qui a été établie par M. Breithaupt. Elle se trouve à Reichenstein en Silésie, dans la serpentine qui contient le fer arsenical au moyen duquel se fabrique l'acide arsénieux. Elle a été étudiée et analysée par M. le professeur de Kobell; mais comme M. Rammelsberg, dans son Manuel de minéralogie chimique, paraît douter des résultats qui ont été obtenus, j'ai essayé une analyse nouvelle.

La métaxite est d'un vert olive ou pistache; elle se présente en masses fibreuses plus ou moins épaisses dans la serpentine, et elle offre, dans le sens de ses fibres, un éclat nacré. Chauffée dans un tube, elle noircit et donne de l'eau; quand on chauffe plus fort, la couleur noire disparaît. D'après M. de Kobell, quand elle est en esquilles très-minces, on peut l'arrondir sur les bords; cela seul suffit donc pour distinguer la métaxite de l'asbeste, à laquelle elle paraît ressembler au premier abord; du reste, elle s'en distingue encore plus facilement quand on la traite par les acides, car elle est attaquée immédiatement à froid par l'acide muriatique ou par l'acide sulfurique; la silice conserve du reste la forme des fibres et leur éclat soyeux.

L'analyse qualitative n'a pas donné d'autres résultats que ceux obtenus déjà par M. de Kobell.

Pour faire l'analyse quantitative, j'ai d'abord calciné 5 gr. qui m'ont donné une perte de $0^{g},612$; par conséquent on a :

Eau 13,6 p. 0/0.

Comme, après calcination, la substance est beaucoup plus difficilement attaquable par les acides, j'ai attaqué 3 gr. de la substance non calcinée par de l'acide muriatique; j'ai évaporé à sec la dissolution, et dosé la silice comme à l'ordinaire; puis j'ai traité la liqueur par de l'ammoniaque, après avoir mis du sel ammoniac pour empêcher autant que possible la précipitation de la magnésie : malgré cette précaution, j'ai obtenu un précipité qui évidemment contenait encore de la magnésie. En conséquence, je l'ai traité comme je l'ai indiqué dans l'analyse qui précède; seulement ici, comme le fer entrait en quantité notable, je l'ai dosé directement après avoir enlevé l'alumine par la potasse, en le redissolvant dans un acide et en le précipitant par l'ammoniaque.

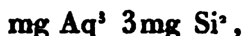
J'ai obtenu de cette manière les résultats suivants :

		Oxygène.
Eau.	0,136	0,121
Silice	0,421	0,219
Alumine.	0,004	0,002
Protoxyde de fer correspondant à 0,24 peroxyde.	0,020	0,004
Magnésie (par diff.).	0,419	0,162
	1,000	

Ces résultats ne diffèrent pas beaucoup de ceux obtenus par M. de Kobell, qui sont :

Silice.	43,50
Magnésie.	40,08
Protoxyde de fer. .	2,08
Eau.	13,00
Alumine.	0,40
	99,78

M. de Kobell a remarqué que si on adoptait pour la composition du minéral la formule



$$mg\ Aq^3\ 3mg\ Si^2,$$

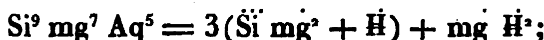
on aurait :

Silice. . . .	2at.	45,72
Magnésie. .	4	40,92
Eau.	3	13,36
		100,00

Alors, d'après sa composition chimique, la métaxite viendrait se placer entre la serpentine $mg\ aq^2 + 2\,mg\ Si^2$, et le schillerspath : $mg Aq^4 + 4(mg.Fe)Si^2$.

Une substance analogue, mais beaucoup plus riche en fer, venant de Baltimore, a été analysée par M. Thompson, qui lui a trouvé à peu près la même loi de composition que la métaxite; il lui a donné le nom de *baltimorite* (1).

Cependant la quantité de silice correspondant à la formule $mg\ Aq^3 + 3mg\ Si^2$ diffère assez notablement de celle que M. de Kobell a trouvé dans son analyse, surtout de celle que j'ai obtenue, et encore bien davantage de celle de M. Thompson, qui n'est que de 40,95 p. o/o. Parmi les différentes formules qui représentent les résultats de l'analyse qui précède, il n'en est aucune qui soit bien simple; mais on pourrait cependant admettre la suivante, qui a, dans tous les cas, l'avantage de représenter parfaitement les résultats de l'expérience.



$$Si^9\ mg^7\ Aq^5 = 3(\ddot{Si}\ mg^2 + \dot{H}) + mg\ \dot{H}^2;$$

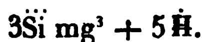
(1) Voir *Philosophical Magazine*, 1843.

On aurait alors :

			Calcul.	Analyse.
Silice. . .	3 at.	1732,41	0,422	0,421
Eau. . . .	5	1808,45	0,137	0,136
Magnésie..	7	562,40	0,441	0,419
		4103,26	1,000	1,000

La métaxite devrait être considérée comme un hydrosilicate bibasique de magnésie combiné avec un hydrate de magnésie.

Enfin, si on observe que l'alumine peut faire fonction d'acide par rapport à la magnésie et remplacer une certaine proportion de silice, une augmentation sur la quantité de silice trouvée par l'expérience sera admissible, et on adoptera la formule



$$3\dddot{Si}\, mg^3 + 5\dot{H}.$$

Elle donne :

Silice.	3 at.	1732,41	0,450
Eau.	5	562,10	0,146
Magnésie. . .	6	1550,10	0,404
		3844,91	1,000

D'après cette dernière formule, qui est toutefois moins exacte que la précédente, la métaxite serait une combinaison de silicate bibasique de magnésie avec de l'eau.

Chlorophyllite de M. Jakson.

M. Jakson, dans son rapport de 1841 (1) sur la géologie de New-Hampshire, donne la description d'un minéral qu'il considère comme nou-

(1) Jakson, *First Annual report on the Geology of the state of New-Hampshire*, 1841 ; et *Ann. des mines*, 4e série, tome II, p. 461.

veau, et qu'il propose d'appeler *chlorophyllite*, à cause de sa couleur verte; cependant, d'après un échantillon qu'il a envoyé à M. Élie de Beaumont, il ne paraît pas que cela doive être considéré comme un minéral proprement dit, mais bien plutôt comme une roche. Le clivage en prismes à six faces ne m'a semblé qu'apparent et produit par des lamelles d'une espèce de mica qui sont excessivement fines, et répandues en très-grande quantité dans le minéral. Il est facile de constater la présence de ce mica par calcination, car alors la masse prend une couleur vert noirâtre, tandis que le mica qui forme des lamelles interposées dans des directions perpendiculaires entre elles devient blanc d'argent. La diversité des résultats obtenus en calcinant les portions de la masse, même celles qui paraissent les plus pures, montre que la matière n'est pas homogène; ainsi j'ai trouvé que la perte varie de 3,5 à 8 p. o/o, c'est-à-dire de plus du simple au double. Du reste, en reprenant l'analyse qui a été faite par M. Whitney, il m'a été impossible de trouver de l'acide phosphorique; il y avait seulement de la silice, de l'alumine, du fer, de la chaux, de la magnésie et un peu d'alcali; or, d'après M. Whitney, on aurait :

Silice.	45,200
Phosphate d'alumine. .	27,600
Magnésie.	9,600
Protoxyde de fer. . .	8,256
Manganèse.	4,100
Potasse et perte. . . .	1,644
Eau.	3,600
	100,000

D'après ce qui précède, on voit que la chloro-

phyllite ne doit pas venir augmenter la liste déjà si nombreuse des espèces minérales, et que, considérée comme roche, elle n'a pas la composition chimique donnée par M. Whitney.

NOTE

Sur la fabrication de l'outremer artificiel en Allemagne;

Par M. C. P. PRUCKNER, chimiste manufacturier de Hof (Bavière).
(Extrait du Journal de chimie pratique d'Erdmann, 1844, vol. 33, page 257; par M. DEBETTE.)

Guimet et Robiquet sont les premiers qui aient fabriqué en grand de l'outremer artificiel pour les besoins du commerce. En 1830, Levercus en établit une fabrique dans les environs de Cologne, et en 1841, MM. Leykauf, Heine et compagnie montèrent à Nuremberg, pour la préparation de l'outremer factice, une usine qui appartient aujourd'hui à MM. Zeltner et Heine, et qui fournit au commerce des outremers factices de toutes les qualités et de tout prix.

Le procédé suivi par MM. Leykauf et Heine n'a pas été publié, mais nos relations personnelles avec ces messieurs, et les recherches qu'elles nous ont suggérées, nous mettent à même de donner une idée de cette fabrication, et, nous l'espérons, jeter quelques lumières sur cette partie de la science.

Disons d'abord quelques mots sur le choix des matières premières, qui sont : de l'argile, du sulfate de soude, du soufre, du charbon et un sel de fer, ordinairement du vitriol vert.

L'argile employée à la fabrication de l'outremer factice a la plus grande influence sur la couleur produite, et, probablement, la non-réussite de beaucoup d'essais tient à l'emploi d'une argile

qui était trop ferrugineuse. J'emploie une argile blanche qui ne se colore pas au feu, et qui, par suite, ne renferme que très-peu de fer; c'est une sorte de kaolin de couleur matte, happant à la langue et formant avec de l'eau une pâte très-courte, qui se trouve dans la principauté de Reuss, aux environs de Roschitz, et qui sert à la fabrication de la porcelaine. Cette argile renferme de 42 à 43 p. 100 d'alumine. Il va sans dire que toutes choses égales d'ailleurs, on doit donner la préférence à l'argile la plus alumineuse.

Dans la fabrique de Nuremberg, on emploie surtout une terre sigillaire blanche (*bolus alba* des pharmaciens) qui vient de Tischenreuth dans le Haut-Palatinat.

A Nuremberg, on emploie le sulfate de soude impur, résidu des fabriques d'acide muriatique, que l'on raffine dans l'usine même, ou que l'on achète tout raffiné. Cette opération, sur laquelle nous reviendrons plus loin, a principalement pour objet d'en séparer l'acide muriatique libre et les sels de fer, qui altéreraient et pourraient même complétement détruire la couleur bleue de l'outremer obtenu.

Le soufre en canon est trop connu pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter.

Comme charbon, le charbon de bois sec remplit parfaitement le but que l'on se propose d'obtenir. On emploie aussi quelquefois de la houille; dans ce cas, on la choisit sèche, riche en carbone, et donnant le moins possible de cendres blanches ou grisâtres non ferrugineuses.

La calcination des mélanges s'opère dans des moufles placées dans des fourneaux à réverbère, où il est beaucoup plus facile de régler la tempé-

rature et de surveiller la marche que dans des creusets. Ces fourneaux à moufle ont intérieurement $0^m,90$ à $1^m,00$ de largeur, et autant de profondeur; les moufles qu'ils renferment ont intérieurement $0^m,55$ à $0^m,60$ de largeur et $0^m,30$ à $0^m.37$ de hauteur; on peut, pour économiser le combustible, en placer 2 ou 3 dans le même fourneau. Elles sont construites en argile réfractaire, de la même manière que les pots de verrerie, et leur ouverture antérieure peut être fermée par une porte en fonte à coulisse, glissant sur des roulettes, qui, ainsi que leur fond, est percée d'une fente étroite servant à observer l'opération et à donner l'accès à l'air. Il va sans dire que les fourneaux sont munis de registres qui permettent d'en régler à volonté la température. On augmente la durée des moufles en les soutenant sur trois rangées de briques placées sur la sole et espacées entre elles pour laisser passage à la flamme, de manière à partager le foyer en deux chauffes, ayant chacune $0^m,20$ à $0^m,23$ de largeur et autant de hauteur. Lorsqu'on emploie, comme combustible, du charbon de bois, on peut le charger par une porte placée à la partie supérieure, comme dans les fourneaux d'essai.

Outre le fourneau à moufle, on se sert, pour la conversion du sulfate de soude en sulfure de sodium, d'un fourneau analogue à ceux employés dans la fabrication de la soude. Dans ma fabrique, j'ai seulement remplacé le foyer latéral unique que l'on emploie ordinairement, par deux foyers plus petits placés vis-à-vis l'un de l'autre; l'expérience m'a démontré que l'on réalisait ainsi une économie notable de temps et de combustible, surtout pour les fourneaux où la longueur de la sole

dépasse 2 mètres. La construction de ces fourneaux est d'ailleurs trop connue, pour qu'il soit nécessaire de nous y arrêter ici.

Enfin, l'usine doit renfermer des bocards et des moulins pour la pulvérisation des matières, etc.

Passons maintenant à la fabrication des matières premières et à la fabrication de l'outremer artificiel.

On met l'argile sèche, concassée en morceaux avec un pilon en bois, dans des cuves rectangulaires de 2 mètres de long sur un mètre de large ; on l'arrose d'eau et on l'abandonne à elle-même pendant quelques jours. Elle se délite et se réduit en bouillie, que l'on purifie par lévigation et dépôt, de la même manière que dans les fabriques de porcelaine, pour en séparer le sable et les parties les plus grosses. On la conserve ensuite dans des cuves placées sous un hangard couvert, à l'état d'une pâte molle, dont on détermine rigoureusement par un essai la teneur en argile sèche, chaque fois qu'on veut s'en servir pour la préparation de l'outremer.

Pour préparer le sulfate de soude, on se sert, comme nous l'avons dit, des résidus de la fabrication de l'acide muriatique, que l'on calcine dans un fourneau à réverbère pour en chasser l'acide muriatique libre qu'ils renferment. On les concasse en morceaux de 1 décimètre cube environ, que l'on plonge un instant dans l'eau, parce que l'expérience a prouvé que l'acide libre se dégage beaucoup plus aisément d'un sel humide que d'un sel desséché ; puis on les charge sur la sole du fourneau, que l'on remplit presque jusqu'à la voûte, en disposant les morceaux de telle sorte, que la flamme puisse circuler aisément sur leurs

faces. On chauffe graduellement jusqu'au rouge naissant, et jusqu'à ce que tout l'acide libre ait été expulsé. Le sel calciné est aussitôt pulvérisé au bocard ou entre des meules, en grains de la grosseur de ceux de la poudre de mine, et mélangé dans un tonneau tournant sur son axe, avec du charbon et de la chaux éteinte, dans les proportions suivantes :

Sulfate de soude.	100 p.
Charbon de bois pulvérisé.	33
Chaux éteinte à l'air. . . .	10

Ce mélange est introduit sur la sole d'un fourneau à réverbère et recouvert de 3 à 4 centimètres de chaux éteinte, que l'on tasse dessus avec une pelle en fer. On ferme alors toutes les portes du fourneau, et dès que la masse est en pleine fusion, on la brasse vivement, en y rejetant quelques pelletées de charbon pulvérisé, puis on laisse reposer quelque temps, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz enflammés de la surface du bain. On puise alors le sulfure de sodium avec des poches, et on le verse dans des moules plats en fonte, où il se solidifie.

On dissout dans l'eau bouillante le sulfure de sodium mélangé de carbonate de soude ainsi obtenu, puis on laisse clarifier la dissolution à l'abri du contact de l'air, dans des cuves de dépôt, où elle abandonne du carbonate et un peu de sulfate de chaux, souvent un peu de sulfate de soude cristallisé, qui est calciné et retraité comme il vient d'être dit, et du charbon très-divisé qui ne se dépose qu'au bout de quelques jours. Il est très-important de laisser reposer le plus longtemps possible, parce que les moindres particules de charbon suffisent pour altérer le feu de l'outremer. On sature

ensuite à chaud, cette dissolution décantée, avec du soufre réduit en poudre, et on la concentre par l'ébullition jusqu'à ce qu'elle renferme 25 p. 100 de bisulfure de sodium sec : elle a alors une densité d'environ 1,200 et marque 25° à l'aréomètre de Baumé. On emploie 40 à 50 parties de soufre par 100 p. de sulfure de sodium simple fondu.

Après avoir laissé déposer à la dissolution de sulfure de sodium, le léger excès de soufre qu'elle renferme, on la transvase dans de grandes cruches en verre, que l'on bouche avec soin, pour la préserver du contact de l'air, et où on la conserve jusqu'au moment de l'employer.

Les matières premières étant préparées, on procède comme il suit à la fabrication de l'outremer : on évapore jusqu'à consistance sirupeuse, dans une chaudière plate en fonte, 50 kilogrammes de la dissolution de sulfure de sodium ci-dessus, puis on y ajoute une quantité d'argile lavée, encore humide, correspondant à 12 kilog. 1/2 d'argile sèche, et on mélange le tout aussi intimement que possible, à l'aide d'une forte spatule en fer. Pendant que la masse se laisse encore brasser aisément, on y ajoute, par petites portions, une dissolution de 150 grammes de sulfate de fer cristallisé, complétement exempt de cuivre, et on mélange le tout avec le plus grand soin. On peut, si l'on veut, ajouter d'abord la dissolution de sulfate de fer, puis ensuite l'argile. Aussitôt après l'addition du sulfate de fer, le mélange prend une couleur vert jaunâtre, due à la formation du sulfure de fer; on continue à le brasser jusqu'à complète évaporation à siccité, et après l'avoir détaché de la chaudière, on le réduit immédiatement en poudre aussi ténue que possible.

Cette poudre est chargée dans les moufles, de manière à y former une couche de 6 à 8 centimètres d'épaisseur, ce qui correspond, pour chaque moufle, à un poids de 15 à 20 kilog. On continue le feu jusqu'à ce que toute la masse soit rouge, et on la laisse dans cet état pendant trois-quarts d'heure à une heure, en renouvelant fréquemment les surfaces et en donnant libre accès à l'air. La masse se colore successivement en brun de foie, rouge, vert et bleu. Cette opération réclame beaucoup d'attention et d'habitude; une trop faible chaleur ne produit point d'outremer, tandis qu'une chaleur trop forte et trop longtemps prolongée en altère la beauté.

On retire alors la matière de la moufle, et on l'épuise en la lavant avec de l'eau. Les eaux de lavage, qui renferment du sulfure de sodium, du sulfate et du sous-sulfate de soude, n'ont jusqu'ici reçu aucun emploi, mais on pourrait s'en servir pour préparer du sulfure de sodium. Les résidus du lavage sont égouttés dans des chausses en toile serrée, puis desséchés à l'étuve. Leur couleur est le plus ordinairement d'un vert ou d'un bleu noirâtre.

La masse desséchée est ensuite finement pulvérisée et passée au tamis de soie, puis calcinée de nouveau par portions de 5 à 7 kilogrammes, dans des moufles qui ne servent qu'à cette opération, et qui ont de $0^m,45$ à $0^m,50$ de large sur $0^m,80$ à $0^m,90$ de profondeur. On entretient un feu modéré, et une chaleur rouge peu intense suffit pour produire la couleur désirée. Aussitôt que la couleur bleue commence à paraître, on renouvelle constamment les surfaces avec un ringard en fer, jusqu'au moment où la couleur est devenue d'un

beau bleu pur. L'opération dure d'une demi-heure à trois-quarts d'heure; il n'y a aucun avantage à la prolonger ou à augmenter l'intensité du feu. On retire la poudre et on la laisse refroidir au contact de l'air sur des plaques de granite. Il arrive souvent, mais pas toujours, que la couleur acquiert en refroidissant bien plus de feu et de beauté.

L'outremer est ensuite broyé sous des meules en granite de 1^{m},50 de diamètre, puis lavé et séparé, suivant la finesse, en divers degrés, qui portent les numéros $\frac{0}{0}$, 0, 1, 2, 3, 4, etc.

Un excellent procédé pour reconnaître la qualité de l'outremer consiste à le chauffer, sur la lampe à esprit-de-vin, dans un tube de verre, où l'on fait passer un courant d'hydrogène. L'outremer sera d'autant plus inaltérable, et sa qualité d'autant supérieure, que la couleur bleue sera plus longtemps à disparaître. L'outremer naturel ne perd sa couleur qu'au bout d'une et même deux heures, et quelquefois plus; l'outremer factice de Nuremberg marque 0 au bout d'un peu plus de demi-heure, et l'outremer le plus commun de Nuremberg marque 5 au bout de quelques minutes.

NOTE

Sur la fabrication de l'argentan à Sheffield;

Par M. JAHKEL.

(Extrait du Bergwerksfreund, t. VIII, n° 6, par M. DEBETTE.)

L'argentan de bonne qualité est plus ductile et plus dur que le laiton, ce qui le rend un alliage précieux pour la fabrication de nombre d'objets. La première condition à remplir pour obtenir un bon argentan est d'employer, pour la composition de l'alliage, des métaux parfaitement purs; cependant le cuivre peut renfermer de l'argent, et le nickel une petite quantité de cobalt, sans qu'il en résulte aucun inconvénient. On choisit du cuivre pur laminé; le cuivre de Russie est de beaucoup le meilleur; celui d'Angleterre contient toujours un peu d'arsenic, et celui d'Allemagne, un peu de fer et de plomb. Le zinc du commerce est ordinairement assez pur. Le nickel est employé à l'état de poudre ou d'éponge; les culots fondent trop difficilement. L'essai du nickel est d'autant plus nécessaire, qu'il est presque impossible d'apprécier sa qualité à simple vue. Cet essai se fait en formant un alliage de 8 p. de cuivre de première qualité, 3 1/2 de zinc et 4 p. du nickel à essayer, en prenant bien soin de ne pas oxyder une partie des métaux, et de perdre le moins possible de zinc; puis, coulant cet alliage dans une

lingotière en fonte de 8 à 10 centimètres de longueur, 5 centimètres de largeur et 3 millimètres de profondeur, préalablement recouverte à l'intérieur d'une couche de fumée, au moyen d'une lampe. On place ensuite le lingot entre les mâchoires d'un étau, et on le courbe à coups de marteau. Si le cuivre employé est du cuivre de Russie, et le nickel de bonne qualité, si, en outre, la fonte a bien réussi, le lingot se laissera courber dans deux directions opposées sans se rompre. Si cela n'a pas lieu, on examinera sur la cassure si le grain et la texture du métal sont bien uniformes; on refondra le lingot, et s'il se brise encore à peu près sous le même angle de courbure, cet angle servira à apprécier la nature du nickel employé; ce dernier sera de mauvaise qualité, si le lingot se brise avant d'avoir pu être courbé à angle droit. La teinte du lingot ne peut servir à porter un jugement, qu'autant qu'on la compare avec celles d'autres lingots formés des mêmes proportions et avec un nickel reconnu de bonne qualité.

Le second point est la relation à établir entre les divers éléments de l'alliage; le rapport du cuivre au zinc doit être : : 8 : 3; mais, à cause de la perte par volatilisation qu'éprouve toujours le zinc, on en met 3 parties et demie. La quantité de nickel peut varier de 1/4 à 3/4 de celle de cuivre; si on en met moins, l'alliage reste jaune clair; si on en met davantage, il devient trop dur, et sa ductilité diminue. Voici les proportions usitées en Angleterre :

N° 1. *Argentan ordinaire.* — Cuivre, 8 parties; nickel, 2 p.; zinc, 3 p. 1/2. — Cette com-

position donne l'argentan de qualité inférieure, qui a souvent une teinte jaunâtre; on l'emploie pour la fabrication des fils et autres articles communs; si l'on diminue encore la proportion de nickel, l'alliage obtenu ne vaut guère mieux que du laiton peu coloré, et se ternit aisément à l'air.

N° 2. *Argêntan blanc.* — Cuivre, 8 parties; nickel, 3 p.; zinc, 3 p. 1/2. — Cette belle composition imite l'argent à 750 millièmes, et est très-employée.

N° 3. *Electrum.* — Cuivre, 8 parties; nickel, 4 p.; zinc, 3 p. 1/2. — Cette composition mérite la préférence sur toutes les autres; elle a la teinte bleuâtre de l'argent bruni, et se ternit beaucoup moins à l'air.

N° 4. — Cuivre, 8 parties; nickel, 6 p.; zinc, 3 p. 1/2. — C'est la composition la plus riche en nickel qui puisse être travaillée à froid. Elle ne laisse rien à désirer sous le rapport de la beauté et de l'éclat, mais elle est difficile à fondre, et présente quelques difficultés dans son élaboration.

N° 5. *Tutenag.* — Cuivre, 8 parties; nickel, 3 p.; zinc, 5 p. 1/2. — C'est à très-peu près la composition d'une qualité ordinaire de packfong, que l'on tirait autrefois de la Chine. Cet alliage est très-dur et assez difficile à laminer; il convient surtout pour la fabrication des objets moulés.

N° 6. *Soudure pour l'argentan.* — Argentan n° 1, 5 parties; zinc, 4 p. — On coule cet alliage en plaques minces que l'on pulvérise ensuite; il est difficile à réduire en poudre, et ses fragments of-

frent une texture matte et quelque peu fibreuse. Lorsqu'ils sont aigres et brillants, c'est le signe d'une teneur en zinc trop considérable; on y remédie en tenant l'alliage en fusion pendant un temps plus considérable, ou en y ajoutant une petite quantité d'argentan. Est-il au contraire trop ductile pour se laisser pulvériser, on y ajoute un peu de zinc.

On opère la fusion de l'alliage qui constitue l'argentan ainsi qu'il suit : on fond d'abord le zinc avec la moitié de son poids de cuivre, et on coule l'alliage obtenu en plaquettes minces, que l'on puisse aisément briser. D'un autre côté, on met dans un autre creuset le reste du cuivre brisé en petits fragments avec tout le nickel; on recouvre le mélange avec de la houille pilée et un peu de suif, et après avoir fermé le creuset avec un couvercle, on le porte au feu. Aussitôt que le mélange commence à fondre, on l'agite avec une tige en fer bien propre, que l'on a soin de retirer avant qu'elle n'atteigne le rouge-blanc, et de laisser alors refroidir avant de s'en servir de nouveau, sans quoi il se dissoudrait infailliblement dans l'alliage une certaine quantité de fer qui en altérerait la pureté. Lorsque la fusion paraît complète, on enlève avec une cuiller une faible portion du poussier de houille, en partie scorifié, qui recouvre le bain métallique, et on examine si elle ne contient aucune grenaille de nickel; si cela avait lieu, il faudrait maintenir la masse en fusion, en l'agitant fréquemment, jusqu'à ce que tout le nickel se soit incorporé dans l'alliage. On ajoute ensuite, par petites portions, l'alliage de zinc et de cuivre dont nous avons déjà parlé, en ayant soin

de bien agiter la masse à chaque fois, afin d'obtenir un mélange bien homogène. Il va sans dire qu'il faut maintenir, pendant toute la durée de l'opération, le bain métallique recouvert de poussier de houille, afin d'en prévenir l'oxydation.

On suit également à Sheffield, pour préparer l'argentan, le procédé suivant, qui exige moins de main-d'œuvre et une moindre dépense en combustible : on introduit dons un creuset un mélange de 7 livres 1/2 de cuivre en petits fragments, 1/2 livre de zinc et tout le nickel ; on recouvre ce mélange avec du poussier de houille et un peu de suif, puis on le fond dans le creuset préalablement recouvert de son couvercle, avec les précautions indiquées plus haut. Aussitôt que la confusion est complète, on y introduit d'abord un alliage composé de 1 livre de zinc et 1/2 livre de cuivre, puis, peu à peu, 2 livres de zinc en petits fragments, en agitant bien le mélange après chaque addition. Dans une opération bien conduite, la perte en poids ne s'élève qu'à 8 ou 10 onces, ou 4 p. 100 environ.

L'argentan laminé, que l'on trouve dans le commerce, est rarement sans défauts. On y remarque généralement une foule de petites taches plus foncées, souvent des stries qui se prolongent dans l'intérieur de la masse. Pour obtenir un métal sans défaut, ce qui est très-difficile, on coule d'abord l'argentan destiné à être laminé en barres, que l'on décape avec soin et que l'on refond une seconde fois pour les couler en plaques. Lorsque, pendant la fusion, l'alliage s'oxyde en partie, il offre ensuite une cassure caverneuse et bulleuse lorsqu'il a été coulé en plaques, et celles-ci, après qu'elles

ont été laminées, se recouvrent d'ampoules et de stries par le moindre réchauffage. Ces défauts sont aussi quelquefois dus à un refroidissement irrégulier de la masse métallique dans le moule, surtout si ce dernier renferme encore quelques traces d'humidité.

On reconnaît que l'alliage fondu est complétement exempt d'oxyde, en prenant avant la coulée deux essais que l'on coule en plaques de 5 centimètres de long, 2 cent. 1/2 de large et 6 à 8 millimètres d'épaisseur, et que l'on brise ensuite, afin de juger par leur cassure de la pureté de l'alliage. Il convient d'employer un moule en fonte et l'autre en pierre (quartzite ou porphyre); ce dernier doit avoir été préalablement chauffé très-graduellement jusqu'au rouge pour en chasser toute l'humidité; après son refroidissement, on l'enduit d'une bouillie claire formée avec un mélange de noir de fumée et d'huile de térébenthine, puis on le chauffe de nouveau à une douce chaleur, afin de chasser toutes les parties volatiles. Le moule en fonte est enfumé sur une lampe ou recouvert de l'enduit ci-dessus, et complétement desséché. On puise l'essai au moyen de petits creusets réfractaires préalablement chauffés au rouge vif, que l'on plonge jusqu'au fond du grand creuset, et que l'on vide ensuite aussi rapidement que possible dans les moules.

Tant que le métal renferme encore beaucoup de parties oxydées, il paraît criblé de bulles à l'intérieur, quel que soit le moule dans lequel on l'ait coulé; lorsqu'il n'en renferme plus qu'une faible quantité, l'essai coulé dans le moule en pierre paraît exempt de bulles; on achève, dans

ce dernier cas, de le purifier par le procédé suivant :

On remplit un tube en terre, ouvert par un bout, de 25 centimètres de long et de 8 à 12 millimètres de diamètre, avec un mélange de 1 partie de poix et de 8 p. de suie, que l'on y tasse fortement; on renverse ensuite ce tube dans le bain métallique, de telle sorte, que son extrémité ouverte arrive au fond du creuset, et on le maintient dans cette position jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus du tout de bulles gazeuses du bain métallique; pendant cette opération, on recouvre le creuset avec un couvercle particulier, qui est percé en son centre d'une ouverture qui sert à laisser passer le tube. On retire ensuite le creuset du feu; on y ajoute une nouvelle quantité de poussier de houille, et on agite le tout avec une tige en fer, jusqu'à ce que la masse se solidifie, puis on reporte le creuset au feu pour opérer la fusion. On répète cette opération à plusieurs reprises, jusqu'à ce que tout l'oxyde soit réduit, et que l'alliage métallique soit devenu parfaitement pur et homogène. On s'en assure par deux essais faits comme il est dit plus haut. L'alliage est convenablement pur, si la cassure des deux lingots offre un grain bien égal et serré. Si les deux essais sont bulleux, l'alliage est en partie oxydé ou brûlé. Si ces bulles ne se trouvent que dans le lingot coulé dans le moule en pierre, et qu'elles n'existent pas dans le lingot coulé dans le moule en fonte, l'alliage est encore oxydé, mais moins que dans le cas précédent. Si, au contraire, le lingot coulé dans le moule en fonte présente seul une texture bulleuse, c'est une preuve que la réduction a été poussée trop

loin. Dans ce cas, l'alliage n'est pas seulement réduit, mais il s'est en partie carburé, et il faut alors le maintenir un certain temps fondu à une température plus élevée, après avoir enlevé la couverte de poussier de houille qui le recouvrait, afin de brûler l'excès de carbone qu'il renferme. Lorsqu'on emploie du cuivre de Russie pour former l'alliage, ce dernier n'est pas susceptible de se carburer.

On ne doit couler l'alliage, ramené à un degré de pureté convenable, que dans des moules en fonte; ceux en pierre ou en sable se refroidissent trop lentement, de sorte que la plus grande partie du lingot acquiert une texture fortement cristalline qui détermine la formation d'une foule de fissures très-fines ou stries. On doit apporter le plus grand soin à la coulée, et chercher à rendre le plus uniforme possible le refroidissement de toutes les parties de l'alliage. A cet effet, il faut éviter que le métal liquide, lorsqu'on le verse, ne vienne en contact avec les parois latérales du moule, ou ne rejaillisse, étant versé de trop haut, après en avoir atteint le fond. Dans le premier cas, il se forme des couches qui, éprouvant un refroidissement plus ou moins rapide, se solidifient à des époques différentes en donnant lieu, soit à des bulles, soit à des fissures, qui sont quelquefois tellement fines, qu'elles ne sont point perceptibles à première vue, et que ce n'est que plus tard après le laminage qu'on découvre leur présence; dans le second cas, il se forme une foule de petits globules qui ne peuvent jamais se resouder complétement avec la masse principale, et qui, surtout quand ils se trouvent près de la face supérieure du lingot, se détachent pendant l'opération du laminage, en

laissant à leur place autant de cavités ovales et allongées.

On coule l'alliage aussi chaud que possible, en siphon, dans un moule horizontal en fonte fermé, et composé de deux plaques polies en fonte de $0^m,23$ de long, $0^m,15$ de large et $0^m,025$ d'épaisseur, réunies par des cornières en fer, assujetties à l'aide de boulons; on verse le métal par une trémie latérale en pierre qui communique avec le moule, suivant toute sa longueur, et dans laquelle on laisse toujours un excédant de mêtal, afin de former une masselotte.

Avant la coulée, on recouvre les parois du moule d'une couche de noir de fumée, et on enduit celles de la trémie en pierre d'un mélange de noir de fumée et d'essence de térébenthine, comme nous l'avons dit en parlant des essais. On porte ensuite le tout à un degré de chaleur tel qu'on ait de la peine à le saisir avec la main. Après deux ou trois fontes, il faut renouveler entièrement l'enduit ci-dessus.

On donne ordinairement aux lingots destinés au laminage une épaisseur de 1 à 1 1/2 millimètres; il serait difficile de couler des plaques plus minces sans défaut, et une épaisseur plus considérable les rendrait très-difficiles à laminer.

Lorsque le refroidissement est complet, on détache le lingot du moule à l'aide de quelques coups de marteau; on l'égalise sur ses faces en employant au besoin la lime, puis on le lamine absolument de la même manière que le laiton.

Pour obtenir du fil d'argentan ductile et de bonne qualité, on emploie exactement le même procédé. Avec l'alliage n° 2, on peut fabriquer

ainsi à coup sûr un fil tout à fait exempt de défauts, ce qui mérite d'autant plus d'être pris en considération, que la plupart des procédés actuellement suivis ne peuvent donner que des produits de qualité très-moyenne.

NOTICE

Sur une expérience relative à la carbonisation du bois en meules.

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines

Les expériences dont j'ai donné les résultats, dans un précédent mémoire (1), sur la composition des gaz qui se produisent dans la carbonisation du bois en meules et en vases clos, m'avaient conduit à quelques conclusions relatives à la manière dont se propage la carbonisation dans l'intérieur des meules. Dans le but de vérifier si ces conclusions étaient exactes, M. Boulart, directeur des usines à la compagnie d'Audincourt, a bien voulu, sur ma demande, faire exécuter une expérience directe. Après avoir monté et mis en feu une meule de carbonisation, suivant la méthode ordinaire, on l'a découverte vers le milieu de l'opération, afin de juger de quelle manière la carbonisation s'était propagée dans son intérieur. Je vais indiquer avec quelques détails les circonstances de l'expérience et les résultats obtenus.

On a construit sur une aire tout à fait plane une meule renfermant 30 stères de bois, qui a été montée d'après le procédé ordinaire des forêts. Le bois à carboniser était d'essences mêlées, chêne, hêtre et sapin principalement, et avait été scié en

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. III, p. 265.

bûches de $0^m,70$ de longueur. On avait réservé au centre de la meule, et sur toute sa hauteur, une cheminée de $0^m,25$ de diamètre, autour de laquelle le bois a été rangé circulairement sur trois étages, les grosses bûches au centre, et le menu bois à l'extérieur. La meule avait 7 mètres de diamètre et 2 mètres environ de hauteur. On l'a recouverte comme à l'ordinaire de terre et de fraisil sur toute sa surface, et mise en feu le 17 octobre 1844, au matin, en projetant du charbon allumé par la cheminée. On a laissé celle-ci découverte pendant quelques heures. Des évents pratiqués à la base sur tout le pourtour de la meule, et qui sont restés ouverts pendant toute la durée de l'opération, servaient à l'introduction de l'air qui alimentait la combustion. Quand la meule a été suffisamment allumée, on a fermé la cheminée, après l'avoir remplie de menu bois, et on a laissé le tout en repos jusqu'au soir, époque à laquelle on a découvert le haut de la meule pour remplir, avec de la braise, le vide qui s'etait formé dans la cheminée. La même opération a été répétée, le 18 au matin. Dans le courant de cette journée, on a commencé à percer des évents de dégagement dans la couverture de la meule et tout près du sommet. La fumée qui en sortait aussitôt après leur ouverture était blanche, épaisse et fort abondante. Après quelques heures, la fumée devenait bleuâtre, presque transparente et fort peu considérable, et le charbonnier perçait alors de nouveaux évents à 20 ou 25 centimètres au-dessous du plan des précédents.

Le 19 octobre au soir, le plan des évents de dégagement étant à $1^m,20$ au-dessus du sol, on a enlevé une moitié de la meule. Cette opération a été assez pénible, en raison de l'abondance de la

fumée; le bois et le charbon embrasés ont été éteints avec de l'eau.

La *fig.* 1, *Pl. XII*, montre la répartition du bois et du charbon dans l'intérieur de la meule. Le charbon était contenu tout entier dans le volume qui serait engendré par la surface ARSP, tournant autour de l'axe RS. C'est à peu près un tronc de cône renversé, dont la petite base, qui se trouvait sur le sol, avait seulement $0^m,40$ de rayon. Toute la partie de la meule qui serait engendrée par la révolution du triangle APH autour de l'axe RS, était formée par du bois non altéré. L'extérieur des bûches était seulement noirci par du goudron, et toutes avaient une forte odeur empyreumatique, mais en entamant le bois avec une scie, il était facile de reconnaître, à son aspect seul, qu'il n'avait pas même éprouvé de commencement de dessiccation. Toute la partie centrale de la meule ARSP était du charbon, et la majeure partie de celui-ci était en morceaux placés irrégulièrement les uns sur les autres, comme dans un tas de charbon, sans aucune liaison avec le bois qui formait la partie extérieure de la meule. Il n'y avait que la partie de la meule correspondante au triangle ABC et à l'espace compris entre la génératrice du cône AP et la ligne parallèle DE, où le charbon, déjà formé sur chaque bûche, restait attaché à celle-ci. La distance entre DE et AP était de 10 à 15 centimètres. Sur chacune des bûches qui se trouvaient atteintes par la génératrice du cône AP, on peut observer le passage du charbon parfait au bois non altéré. 7 à 8 centimètres de bois bruni séparent le charbon noir du bois à l'état normal. La partie de la bûche qui est charbonnée a subi un retrait fort

notable, en sorte que chaque bûche paraît avoir été amincie vers son extrémité.

Voici les résultats de quelques essais faits par calcination rapide, au creuset de platine, sur les produits obtenus dans l'expérience que je viens de décrire :

1° Charbon de hêtre pris au point *a*, dans l'intérieur de la masse formée de fragments irréguliers de charbon.

Charbon.	78,8
Matières volatiles combustibles..	13,2
Eau hygrométrique.	6,0
Cendres calcinées.	2,0
	100,0

2° Bûche de chêne de 0^{m},10 de diamètre et de 0^{m},70 de longueur prise au point *b*. Cette bûche était encore entière. L'extrémité supérieure était charbonnée sur 0^{m},10 environ de longueur; il y avait à peu près 8 centimètres de bois bruni, et le reste de la bûche avait conservé sa couleur primitive. L'écorce était parfaitement intacte. On reconnaissait facilement que la bûche n'avait pas été brisée à son extrémité supérieure, qui se trouvait comprise dans l'espace compris entre AP et DE. J'ai essayé séparément, 1° la partie charbonnée; 2° le bois bruni; 3° le bois avec sa couleur primitive. J'ai obtenu :

	a. Partie charbonnée.	*b*. Bois bruni pris à 15 c. de l'extrémité de la bûche.	*c*. Bois pris à [illegible] c. l'extrémité charbonnée.
Matières volatiles.	40,9	83,7	85,9
Charbon et cendres.	59,1	16,3	14,1
	100,0	100,0	100,0

3° Un morceau de bois de sapin dans un état de carbonisation avancé, mais présentant encore

dans son intérieur quelques fibres brunes, pris en *f*, a donné :

Matières volatiles. .	41,8
Charbon et cendres.	58,2
	100,0

Pour montrer jusqu'à quel point les résultats de l'expérience qui précède concordent avec les conclusions auxquelles j'avais été conduit par l'analyse des gaz qui se dégagent des évents, je citerai une partie du résumé de mon mémoire sur les produits de la carbonisation.

« La carbonisation s'opère dans la meule du » haut en bas et du centre à la circonférence. La » surface de séparation entre le charbon formé et » le bois incomplétement carbonisé paraît être » celle d'un tronc de cône renversé, ayant le » même axe et la même hauteur que la meule, » mais dont l'angle irait constamment en aug» mentant, à mesure que la carbonisation s'ap» proche de sa base. »

L'expérience directe a confirmé, de la manière la plus nette, cette conclusion. On se représente très-bien, en effet, l'avancement de la carbonisation, en concevant que la génératrice AP du tronc de cône, qui forme la séparation entre le bois et le charbon, aille en s'inclinant de plus en plus sur le plan horizontal, jusqu'à ce qu'elle se confonde avec lui.

On conçoit pourquoi les produits de la combustion circulent constamment le long de la surface engendrée par la ligne AP, avant d'arriver à l'évent de dégagement A. On voit en effet qu'entre DE et AP, le charbon formé n'est pas encore séparé du bois. Les charbons conservent donc là, les

uns par rapport aux autres, la disposition symétrique qu'on avait donnée aux bûches; mais comme chaque morceau a éprouvé un retrait considérable en se charbonnant, il est clair qu'entre les lignes DE et AP, l'intervalle qui sépare chaque bûche de sa voisine est beaucoup augmenté. Au contraire, dans toute la partie centrale de la meule, le charbon est brisé et entassé irrégulièrement. Le passage des gaz ne pourra donc pas avoir lieu à travers la masse du charbon, et l'on conçoit très-bien que le tirage doive s'établir le long de la surface engendrée par la ligne HP, qui correspond précisément au maximum de vide existant dans l'intérieur de la meule. A mesure que la carbonisation marche, le charbon formé à l'extrémité de chaque bûche, devient de moins en moins résistant, et finit par se briser sous le poids qu'il supporte, celui de la partie supérieure de la meule. La masse du charbon en fragments irréguliers, qui occupe le centre de la meule, s'en augmente, et l'angle du cône s'élargit en même temps.

On trouve toujours au centre de la base de la meule une certaine quantité de menu charbon fortement calciné ou braise, dont la présence est facile à expliquer. En comparant, en effet, la composition des gaz qui sortent des évents avec celle des gaz produits par la distillation du bois en vases clos, j'en avais conclu que l'oxygène atmosphérique introduit dans la meule par les *trous de pied* se changeait complétement en acide carbonique en brûlant du charbon et non des produits de distillation. Cette combustion s'opère à la fois sur toute la circonférence de la base inférieure du tronc de cône, et probablement jusqu'à une certaine hauteur le long de la

surface de celui-ci, et le mélange d'acide carbonique et d'azote produit dans cette partie de la meule s'élève le long de la surface conique, en cédant sa chaleur au bois qui se distille, et en entraînant les produits de cette distillation. La braise qui se trouve toujours au cœur des meules avec une certaine proportion de cendres est certainement le résidu de cette combustion.

S'il ne se forme pas d'oxyde de carbone dans la combustion du charbon par l'oxygène atmosphérique, il convient de l'attribuer à ce que les produits de la distillation du bois viennent abaisser constamment la température des gaz, en sorte que la formation de l'oxyde de carbone n'est plus possible. Cette circonstance est fort avantageuse au succès de l'opération. Toute production d'oxyde de carbone aux dépens de l'acide carbonique occasionnerait non-seulement une perte en charbon, mais encore une grande absorption de chaleur latente, et j'ai montré dans mon mémoire (p. 281, t. III) quelle énorme influence aurait la formation de l'oxyde de carbone sur le rendement de la meule en charbon.

Dans l'expérience qui vient d'être décrite, on n'a trouvé dans la meule qu'une proportion insignifiante de bois torréfié ou charbon roux. Le bois bruni ou torréfié existe sur chaque bûche, et établit la transition entre le bois à l'état naturel et le charbon. Le procédé de carbonisation en meules, tel qu'il est actuellement pratiqué, ne paraît donc pas susceptible de produire du charbon roux en quantité notable, et les principes sur lesquels la théorie de la carbonisation du bois en meules me semble clairement établie, montrent également

le peu de probabilité de réussite des essais qui seraient tentés dans cette direction.

La meule d'essai avait été établie d'après le procédé ordinaire des forêts, sans aucune modification. J'ai décrit, dans mon Mémoire sur la composition des gaz produits dans la carbonisation du bois, la modification qu'on avait fait subir à cette méthode à Audincourt, modification qui consistait à supprimer le vide de la cheminée et à déterminer la mise en feu du cœur de la meule, au moyen d'une plaque de tôle chauffée par dessous. L'emploi de ce procédé (des meules à chaudières) avait produit une amélioration très-notable sur le rendement en charbon. Depuis la rédaction de mon mémoire, cette méthode a été remplacée par une autre qui est d'un emploi tout aussi avantageux quant au rendement et facilement applicable même en forêt. Voici en quoi elle consiste : au lieu d'une seule cheminée au centre de la meule, on en établit deux concentriques; on monte la meule comme à l'ordinaire; puis on remplit l'intervalle annulaire compris entre les deux enveloppes de la cheminée par du menu charbon, mais jusqu'à la hauteur du premier étage seulement, $0^m,70$ environ. Pour une meule de 50 à 60 stères de bois, on introduit 10 à 12 hectolitres de braise. On allume la meule par la cheminée centrale, et l'on conduit l'opération comme à l'ordinaire. Ce procédé est maintenant exclusivement employé dans tous les ateliers de charbonnage de la compagnie d'Audincourt, et les produits en sont au moins aussi avantageux que ceux obtenus par le procédé des chaudières. J'avais indiqué cette modification au procédé des forêts à la fin de mon mémoire. Elle se déduit très-clairement des principes théo-

riques qui précèdent. En introduisant de la braise au centre de la meule et à sa base, on produit l'acide carbonique et la chaleur nécessaire à la carbonisation au moyen d'un combustible de peu de valeur, et le rendement du bois en charbon de bonne qualité s'en trouve forcément augmenté.

Je dois dire, en terminant, quelques mots sur un procédé qu'on pratique maintenant à Audincourt, et qui consiste à condenser les produits liquides entraînés avec les gaz des évents, et à utiliser ces produits pour la fabrication de l'acide acétique. Les produits liquides que l'on recueille sont tout à fait identiques à ceux que donne la distillation du bois en vases clos, et on les traite par les procédés qui sont en usage dans les fabriques de vinaigre de bois.

Le condenseur que l'on adapte aux évents de dégagement est représenté *fig.* 2; c'est un vase cylindrique en fer-blanc M, de $0^m,90$ de longueur sur $0^m,40$ de diamètre. On le remplit d'eau froide par l'ouverture carrée AB, qui a $0^m,25$ de côté. Ce cylindre est traversé par un cône CD, dont la base supérieure a $0^m,15$ de côté, et la base inférieure $0^m,05$ seulement. Trois ouvertures *e*, *e*, *e*, pratiquées dans la base supérieure de ce cône, communiquent chacune avec un évent de dégagement au moyen d'un tuyau en fer-blanc. Les produits liquides s'écoulent dans un vase placé au-dessous du condenseur par l'orifice *f*. Les gaz s'échappent par un autre orifice pratiqué dans la base inférieure du cône. Pour rendre le refroidissement plus rapide, on a fait traverser le cône par un tuyau GHI qui débouche librement dans l'air à ses deux extrémités. Il s'établit un tirage d'air à travers ce tuyau, et la condensation

des vapeurs dans l'intérieur du cône est beaucoup plus complète.

Les condenseurs sont placés sur le sol, appuyés sur une pièce de bois P. Les évents dans lesquels s'engagent les tuyaux de fer-blanc qui aboutissent au condenseur sont placés à $0^m,70$ du sol, et l'on peut produire la carbonisation du bois en ne perçant pas d'évents au-dessus de ceux-là : seulement l'opération marche plus lentement.

Une meule de 60 stères de bois mêlé a produit 1800 litres d'acide pyroligneux brut, dont le prix de revient est extrêmement faible. Il est fort probable, d'après ces résultats, que la fabrication du vinaigre de bois finira par se concentrer dans les grandes usines à fer pourvues d'un grand atelier de charbonnage, et qui pourront consacrer à cette fabrication une partie de leurs chaleurs perdues, comme cela se pratique actuellement à Audincourt.

NOTICE

Sur les générateurs de gaz des usines d'Audincourt;

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines.

J'ai donné dans deux précédents mémoires (1) la description des expériences qui ont été exécutées en 1841 et 1842, à Audincourt, sur la transformation des divers combustibles en gaz. Ces expériences, entreprises ensuite d'une mission qui m'avait été confiée par M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics, ont eu pour but de déterminer la composition des gaz produits avec les différents combustibles, en employant les divers agents de combustion, et en même temps de rechercher les conditions de forme et de roulement auxquelles devaient satisfaire les générateurs du gaz. Des essais faits en grand, et continués pendant plusieurs jours, avaient donné des résultats assez positifs pour que la compagnie d'Audincourt se décidât à faire tenter l'application régulière de ce système. Aujourd'hui les générateurs de gaz établis par M. Page, ingénieur de la compagnie, pour alimenter des fours à réverbère, fonctionnent avec régularité. Après avoir observé leur roulement dans le courant de l'automne dernier, j'ai cru devoir consigner ici quelques détails sur les dispositions qui ont été adoptées, disposi-

(1) *Annales des mines*, 3ᵉ série, t. XIX, p. 461; et 4ᵉ série, t. III, p. 207.

tions sanctionnées par l'expérience, et qui diffèrent assez notablement de celles décrites dans mon précédent travail.

Trois générateurs de gaz ont été établis, deux à l'usine d'Audincourt, l'autre à l'usine de Bourguignon. L'un des générateurs d'Audincourt marche d'une manière continue et alimente un four à réverbère destiné au réchauffage des tôles fines et dont la température ne s'élève pas au delà du rouge clair. Le second générateur ne fonctionne que par intervalles pour chauffer un four à réverbère à barreaux, quand le gaz du haut-fourneau manque.

Le générateur de Bourguignon alimente un four à réverbère qui produit des tôles d'une grande dimension. La température de ce four, qui sert à la fois au soudage des trousses et au réchauffage des tôles, est des plus élevées. Après avoir décrit cet appareil, le plus important des trois, je n'aurai que peu de choses à ajouter sur la disposition et le roulement des deux autres.

Le four à gaz de Bourguignon est représenté *Pl. XII*, *fig.* 3, 4, 5, 6. Il se compose de deux parties : 1° du générateur A, 2° du four proprement dit.

1° Du *générateur*. — Le générateur A, *fig.* 3, 4, 5, est un véritable fourneau à cuve disposé à la partie inférieure à peu près comme le serait un haut-fourneau de petites dimensions. Il reçoit de l'air par deux tuyères opposées, mais non sur le prolongement l'une de l'autre, dont les projections sur la coupe verticale *fig.* 4, sont *t*, *t'*. Ces tuyères ont la forme et les dimensions de celles qu'on emploie dans les feux d'affinerie. Les étalages commencent immédiatement au-dessus des

tuyères, et leur forme (*fig.* 4 et 5) est celle d'un tronc de pyramide à base carrée. La cuve du fourneau est prismatique et à base carrée. On peut remarquer au-dessus de la cuve (*fig.* 4) une partie conique évasée qui sert au chargement du combustible. La partie inférieure du fourneau au-dessous des tuyères est formée par un creuset qui peut s'ouvrir facilement à sa partie antérieure, de manière à laisser écouler les matières liquides qu'il contiendrait.

La paroi intérieure du générateur est en briques réfractaires du Montet. La chemise réfractaire a 0m,11 d'épaisseur, largeur d'une brique. La chemise extérieure a 0,22 d'épaisseur, longueur d'une brique; elle est en briques communes. La paroi du générateur a donc 0m,33 d'épaisseur dans la partie qui correspond à la cuve. Les quatre angles du générateur sont maintenus par quatre équerres en fonte E, E, E, E (*fig.* 3 et 5), qui viennent s'engager dans le filet de deux platines en fonte F, G, l'une placée à la base inférieure, l'autre servant de chapeau.

2° *Description du four.* — Les gaz combustibles passent du générateur dans le four par le conduit PP, de même largeur que le four. Ils arrivent et se brûlent devant la caisse à vent C, formée par des briques réfractaires qui ont été percées de trous au nombre de 30, placées sur deux lignes horizontales. Ces trous ont 0m,014 de diamètre. On avait établi d'abord des caisses à vent en tôle et en fonte, mais elles s'oxydaient trop rapidement; les caisses en briques résistent au contraire parfaitement.

Le four à réverbère est à deux soles. Les largets de fer à souder sont placés sur la seconde, pendant que le soudage de la trousse précédente a lieu

dans le premier compartiment. Les produits de la combustion s'échappent en partie par la porte H, tandis que le reste se rend dans la cheminée pour chauffer les tuyaux de l'appareil où passe l'air destiné à la combustion des gaz. Celui-ci arrive dans la caisse à vent C par l'ouverture X.

Un marteau en fonte, du poids de 1000 kil., comprime les pièces soudées : le manche de ce marteau est en bois. Il est soulevé par une roue à deux cames, placée au-dessus de lui dans le même plan que la queue du marteau. Il n'y a pas de rabat. Le poids des pièces de tôle que l'on fabrique dans le four ne permettant pas aux ouvriers de les manier sans le secours d'une machine, on a établi une grue qui permet de conduire les pièces du four au marteau et au laminoir. Cette grue supporte une fourche en fer, dont la longueur totale est de 4 mètres, et dont le point de suspension est à 1 mètre de distance de l'extrémité de la partie fourchue. Celle-ci a $0^m,80$ de longueur. Le poids total de la fourche est d'environ 75 kil.

La fabrication des grosses tôles s'exécute en entier dans le même four à gaz; elle se compose de deux parties: 1° du soudage des trousses; 2° du réchauffage et du laminage des pièces soudées. Ces deux opérations n'exigeant pas la même température ne se font pas immédiatement à la suite l'une de l'autre. La fin de chaque semaine est ordinairement consacrée au réchauffage et au laminage des pièces soudées.

On peut évaluer à 2000 francs la dépense nécessaire pour l'établissement d'un four à gaz muni d'un générateur et disposé comme celui de Bourguignon, d'après le devis suivant dont les éléments m'ont été fournis par M. Page.

DEVIS D'UN FOUR A GAZ.

	Quantité.	Prix.	Sommes.
Journées de maçons.	60	2,50	fr. 150,00
Journées de manœuvres. . .	30	1,50	45,00
Briques réfractaires.	3207	17,00 ‰	545,00
Briques rouges.	5834	30,00 ‰	175,00
Poids des 4 équerres fixées contre les angles du générateur.	900k.	20,00 ‰	180,00
Cadre du bas	500	20,00 ‰	100,00
Platine recouvrant le dessus du générateur.	560	20,00	112,00
Bavettes des fours.	612	20,00	122,40
Les deux platines des fours.	600	20,00	120,00
Pièce qui se fixe contre une platine pour former la porte.	400	20,00	80,00
Les deux portes.	100	20,00	20,00
Platine de la conduite de gaz.	55	20,00	11,50
Platine recouvrant l'appareil à air chaud.	140	20,00	28,00
Tuyau de la conduite d'air chaud depuis l'appareil à la caisse.	180	20,00	36,00
Six brides pour consolider l'appareil.	60	20,00	12,00
Poids des deux balanciers pour ouvrir les portes. Fer.	20	1,00 le kil.	20,00
Poids des deux fourchettes supportant les balanciers et des boutons qui les fixent contre la platine	15	1,00	15,00
Poids des 3 boulons qui unissent les platines du four.	15	1,00	15,00
Poids des 6 boulons qui unissent les brides de l'appareil à air chaud.	5	1,00	5,00
Tuyaux de l'appareil à air chaud.	375	20,00 ‰	75,00
		Total.	1866,90
		Le 1/15 de frais imprévus.	124,46
		Total général.	1991,3

Fabrication des largets de fer brut. — Les pièces qui servent à former les trousses sont des largets de fer brut qu'on fabrique dans le feu d'affinerie comtois. Ces pièces, dont le poids est compris entre 100 et 150 kilog., s'obtiennent de la manière suivante :

On sait que la fabrication du fer dans le foyer comtois se compose de deux opérations qui sont l'affinage proprement dit et le réchauffage des deux lopins obtenus par le battage et la division de la loupe sous le marteau, réchauffage qui s'opère en même temps que le commencement de l'affinage de la pièce suivante. La fabrication des largets de fer brut ou écru destinés à la confection de la tôle, se compose de l'affinage seulement. Chaque loupe ne fournit qu'un seul larget qu'on ne reporte plus au feu d'affinerie, en sorte que l'ouvrier peut accélérer l'affinage et diminuer la durée de l'opération, et par conséquent la consommation en charbon dans une certaine mesure. Les consommations en fonte et en charbon relatives à la fabrication du fer écru, n'étaient pas encore parfaitement établies lors de mon passage à Audincourt à cause du défaut d'habitude des ouvriers. La consommation en fonte ne variait pas beaucoup d'un feu à l'autre; elle était d'environ 1,150 par 1,000 kilog. de fer écru ; la consommation en charbon variait davantage. Pour la plupart des ouvriers elle ne dépassait pas 40 hectolitres (840 kilog.) aux 1,000 kilog. de produit. La consommation moyenne d'Audincourt, pour obtenir 1,000 kil. de fer marchand en grosses barres, est de 1,380 de fonte et de 56 hectolitres de charbon.

Mise en feu du four et soudage.— Quand le

générateur est neuf, on le sèche pendant quelques jours en entretenant du feu dans le creuset, puis on le remplit de braise et l'on donne le vent sous une faible pression d'abord, puis on l'augmente progressivement jusqu'à 5 cent. de mercure; le diamètre des buses est de $0^m,03$. Aussitôt que les gaz combustibles arrivent dans le four, on donne le vent dans la caisse à air C et on en règle la proportion au moyen d'un registre à glissoir placé sur la conduite. On se guide pour cela d'après l'aspect et la couleur de la flamme qui sort entre la porte en fonte et la platine du four. Une flamme bleue et longue indique la présence de l'oxide de carbone. Une flamme courte et jaunâtre montre au contraire qu'il y a excès d'air (1).

Quatre heures après la mise en feu du four, on introduit dans le compartiment soudant les largets de fer écru qui se trouvaient depuis une heure sur la seconde sole. Les largets se trouvaient isolés dans le compartiment à chaleur perdue; on les superpose en les introduisant dans le compartiment soudant. On superpose deux, trois, ou même quatre largets de 100 à 150 kilog. l'un, suivant le poids de la pièce de tôle qu'on veut obtenir; les pièces les plus ordinaires pesant entre 200 et 300 kilog. s'obtiennent avec deux largets seulement. La trousse est placée sur une brique qui est posée à plat sur la sole du four faite en sable réfractaire.

(1) Voyez les analyses que j'ai faites des gaz brûlés pris sur la sole d'un four à réverbère, dans des circonstances tout à fait semblables. (*Annales des mines*, t. III, p. 217; 1843.)

Au moment où l'on place le fer dans le compartiment soudant, on charge le générateur avec de la braise, de façon à remplir le cône supérieur dont on ferme exactement l'orifice avec un couvercle en fonte à rebord; on ajoute par chaque hectolitre de braise un litre de terre argileuse et un litre de scories de forges; ces proportions varient un peu, du reste, suivant la pureté du combustible. Il convient d'ajouter que les charbons employés à l'usine de Bourguignon proviennent exclusivement de forêts situées sur les terrains calcaires; la pierraille, qui se trouve mêlée dans les menus, exige donc un fondant argileux. D'autres combustibles devraient être mélangés avec un fondant autrement composé, de façon à avoir dans tous les cas un laitier suffisamment fluide.

La disposition qui a été adoptée pour le chargement du combustible permet aux gaz de se rassembler, avant de se rendre au four, dans l'espace vide compris entre la paroi supérieure du générateur et la surface conique suivant laquelle se dispose le charbon en sortant du cône de chargement; la vitesse des gaz diminuant beaucoup dans cet espace, il en résulte qu'il n'y a que très-peu de parcelles charbonneuses entraînées jusque sur la sole du four.

Il faut deux heures pour chauffer au blanc le premier paquet qui a été placé dans le compartiment soudant du four, immédiatement après la mise en feu. On porte alors la pièce sous le marteau et on la bat pendant deux à trois minutes; le marteau bat cinquante coups par minute, et sa levée est de $0^m.70$ à $0^m.75$. Après ce premier martelage la pièce est reportée au four, mais on a soin, en la replaçant sur la brique qui sert de support,

de lui donner une position inverse de celle qu'elle avait lors du premier chauffage, afin que toutes ses faces soient successivement exposées à la même température; cette seconde chaude dure vingt à vingt-cinq minutes. On reporte la pièce sous le marteau et on la bat sur toutes les faces pendant environ dix minutes, de façon à produire un prisme rectangulaire aplati dont les dimensions varient suivant le poids de la pièce et les dimensions de la tôle qu'elle fournira.

Pendant ce second forgeage on arrête le vent du générateur et on le recharge en braise; on en introduit à la fois de cinq à sept hectolitres. Tout chargement doit être évité pendant le soudage à cause du refroidissement que l'introduction d'un combustible froid dans le générateur produirait dans le four à réverbère. On prend en même temps les largets de fer brut qui se trouvent chauffés au rouge à la chaleur perdue, et on les superpose dans le compartiment soudant. On remplace ensuite ces largets par d'autres dans le deuxième compartiment du four, et on recommence à donner le vent.

Quand le four est en plein roulement, le temps du chauffage est de beaucoup réduit. Pour une pièce de 250 kilog. on compte environ cinquante minutes pour la première chaude, vingt minutes pour la seconde, et vingt à vingt-cinq minutes pour le défournement et le martelage; on arrive souvent à faire seize pièces en vingt-quatre heures; la durée de l'opération est au reste bien loin d'être proportionnelle au poids des pièces. Ainsi, des trousses pour tôles de 400 à 500 kilog. sont soudées et martelées en deux heures et demie.

Le chauffeur fait écouler de temps en temps

par un simple coup de ringard, les scories qui remplissent le creuset du générateur. Ces scories sont très-liquides. Refroidies, elles ont une couleur vert bouteille foncée. On obtient souvent avec les scories un peu de fonte blanche très-cassante, qui provient d'une réduction partielle des scories de forges employées comme fondant.

La température de l'air qui produit la combustion des gaz pourrait être facilement portée à 300°, mais on s'arrange pour qu'elle ne dépasse pas 150°; en voici la raison : Quand l'air a été fortement échauffé, la température du four s'élève tellement, qu'il est presque impossible d'empêcher, au bout de quelques jours de roulement, le ramollissement et la chute de la voûte, bien qu'elle soit formée des briques les plus réfractaires. En général, les fours à gaz se détériorent beaucoup plus vite que les fours à tirage naturel. La combustion s'opérant dans leur intérieur sous une pression supérieure à la pression atmosphérique, les gaz tendent constamment à s'échapper au dehors par les joints des briques, et la moindre fissure s'élargit bientôt par leur passage, de façon à produire la chute de la voûte, si l'on n'y apporte un prompt remède. La conservation des voûtes a présenté d'assez grandes difficultés à Bourguignon, dans les premiers temps du roulement du four à gaz. On arrive maintenant à faire durer la voûte pendant 15 jours, sans qu'elle ait besoin de réparations. Comme le four est arrêté à la fin de chaque semaine, ces réparations ne nuisent pas au travail. C'est dans la partie comprise entre la caisse à vent et la première sole que les dégradations ont surtout lieu. Quelques briques réfractaires et quelques heures de travail d'un

maçon suffisent à la réparation du dommage.

Quand on arrête, à la fin de chaque semaine, le roulement du four, on remplit le générateur avec de la braise, on bouche les tuyères et l'avant creuset, et on l'abandonne à lui-même jusqu'à la reprise du travail. Le générateur de Bourguignon marchait depuis quatre mois avec des intervalles de chômage, sans avoir eu besoin de réparations de quelque importance.

Le service du four pendant le soudage se fait par un chauffeur, six hommes et un enfant en tournée pendant douze heures. M. Page pense que deux des six aides pourraient être supprimés sans inconvénient.

Pour obtenir 1,000 kilog. de largets soudés, il faut de 1,170 à 1,180 de fer brut, qui correspondent eux-mêmes, d'après ce qu'on a vu plus haut, à 1,350 ou 1,360 de fonte. Ce nombre est sensiblement égal à celui qui représente la consommation en fonte d'un feu d'affinerie pour obtenir 1,000 kilogrammes de fer forgé en grosses barres.

La consommation en braise est de 80 à 100 hectolitres par 24 heures (1440 à 1800 kilog.); rapportée au quintal de produit, cette consommation serait d'autant plus faible, que les dimensions des pièces seraient plus considérables. On fait facilement douze pièces de 250 kilog. en 24 heures, et l'on peut admettre que la consommation moyenne en braise, est de 500 kilog. pour 1000 kilog. de fer soudé.

Réchauffage et laminage de la tôle.— Cette opération s'exécute le vendredi et le samedi sur tous les largets soudés dans le cours de la semaine.

On place le plus souvent deux pièces à la fois dans chacun des compartiments du four. Les pièces qui ont séjourné pendant trois quarts d'heure sur la seconde sole sont transportées sur la première où elles restent encore une demi-heure avant d'arriver à la température nécessaire pour le laminage, qui s'élève presque jusqu'au blanc suivant. Les pièces chaudes sont conduites au moyen de la grue jusqu'au laminoir à tôle, où on les termine ordinairement sans avoir besoin de les rapporter au four. Le laminage des deux morceaux dure à peu près vingt minutes. Pendant qu'il se termine, on fait passer les pièces de la seconde sole sur la première, on en met d'autres dans le second compartiment, et on recharge le générateur. Cette opération s'exécute environ tous les cinq quarts d'heure.

Le réchauffage n'occasionne pas de déchet sensible sur le poids du fer obtenu, mais les rognures qu'on détache à la cisaille des pièces de tôle représentent 15 à 18 p. 0/0 du poids total. La production journalière du four est de 8000 à 9000 kilog.

Le combustible qu'on emploie dans cette opération est un mélange de braise et de fraisil qu'on prépare avec les résidus des halles, en les tamisant sur un crible dont les mailles ont $0^m,006$ de côté afin d'en séparer les poussières; on en consomme habituellement 15 hect. (270 kilog.) aux 1000 kilog. de tôle fabriquée.

Il faut, par tournée, un chauffeur, deux lamineurs, six aides et un enfant, pour le service du four et du laminoir.

Les tôles soudées de Bourguignon sont de qualité supérieure, et l'examen le plus rigoureux ne peut

y faire découvrir ni pailles ni défauts. Elles ont été jusqu'ici exclusivement employées par les fabricants de chaudières à vapeur d'Alsace. Leur prix de vente (octobre 1844) était de 73 c. le quintal métrique.

Générateur de gaz d'Audincourt.

Le seul générateur de gaz que j'aie vu fonctionner à l'usine d'Audincourt sert, comme je l'ai déjà indiqué, à chauffer un four destiné à la fabrication des tôles fines pour fer noir et fer blanc. Le générateur est établi à très-peu près comme celui de Bourguignon; seulement, les deux tuyères à air sont placées du même côté, et sa largeur au ventre n'est que de 1 mètre. Le four placé à la suite a trois portes qui correspondent chacune à un compartiment particulier. Il est disposé de la même manière que les fours à tôle chauffés dans la même usine à la chaleur perdue des fours d'affinerie. Les produits de la combustion, en quittant la dernière sole, chauffent l'appareil où passe l'air qui sera projeté sur les gaz, appareil construit tout à fait comme celui du four de Bourguignon.

Le combustible qu'on brûle dans ce générateur est du fraisil tamisé sur un crible dont les mailles ont $0^{m},006$ de côté. On a reconnu qu'on pouvait ici se dispenser d'ajouter des fondants, et qu'il en résultait une économie notable sur la consommation du combustible. Le creuset et l'ouvrage du générateur se remplissent de scories mal fondues, et les tuyères deviennent bientôt tout à fait noires. Mais comme la consommation en fraisil ne dépasse pas 30 hectolitres par 24 heures, le

volume des scories produites n'est pas assez considérable pour qu'on soit obligé de suspendre fréquemment le travail pour les enlever. Il arrive ordinairement qu'on n'enlève les scories qu'à la fin de la semaine, lorsqu'on arrête le four à tôle.

La température du four ne doit pas dépasser le rouge cerise, même dans le premier compartiment, et on règle en conséquence la quantité de gaz que doit fournir le générateur. Le travail de la tôle s'y fait exactement de la même manière que dans les fours placés à la suite des foyers d'affinerie. Seulement ici, le travail est plus régulier, plus continu, parce qu'on maintient facilement le four à une température constante, ce qui n'arrive jamais avec les fours chauffés par les gaz des feux d'affinerie au charbon de bois, gaz dont la composition varie beaucoup aux diverses périodes de l'affinage.

On règle la quantité d'air comburant de façon à ce que l'oxyde de carbone soit en excès dans les produits de la combustion, et qu'il sorte toujours une longue flamme bleue par les pertes. Le déchet sur la tôle s'en trouve diminué.

La production mensuelle du four à tôle avec générateur est de 24.000 kilog. qui correspondent à 24 ou 25 jours de roulement. Le déchet sur le fer est de 4,3 p.o/o, non compris les rognures. La consommation en fraisil a été de 31 hect. 50 (560 kil.) aux 1000 kilog. de tôle produite.

Le four à tôle sur lequel je viens de donner quelques indications a été établi immédiatement après les expériences qui ont été exécutées à Audincourt dans l'automne de 1842, et depuis cette époque il a fonctionné presque sans interruption. Quelques explosions ont eu lieu dans le généra-

teur, mais seulement au commencement de sa mise en roulement. Ces explosions, qui s'étaient déjà présentées pendant les expériences de 1842 (*Voir annales des mines*, t. III, p. 220), tenaient, comme je l'avais indiqué, à ce que le fraisil avait été employé mouillé. Avec des fraisils recueillis par un temps sec, elles ne se sont jamais reproduites.

Les indications qui précèdent sur le roulement des fours à gaz d'Audincourt et de Bourguignon suffisent pour montrer que ces procédés sont devenus dans ces usines d'un emploi tout à fait manufacturier et qu'ils donnent d'importants résultats. Ces usines sont encore, à ma connaissance, les seuls en France où des procédés *pour la transformation des combustibles en gaz*, soient appliqués avec régularité. La compagnie d'Audincourt n'a pas pris de brevet d'invention, en sorte que les procédés qui viennent d'être décrits, peuvent être considérés comme étant dans le domaine public. Depuis près de deux ans, j'ai signalé leur emploi dans les usines de la compagnie, et cet emploi a continué depuis cette époque sans le moindre empêchement de la part de personne. Je me contente d'indiquer ce fait, qui me paraît rendre inutile toute discussion relative à l'invention et à la propriété de ces procédés et répondre suffisamment à certaines assertions.

Je terminerai cette description par quelques considérations générales sur l'emploi des gaz dans les opérations des arts et sur la convenance de substituer leur combustion à celle des solides.

Le seul procédé de transformation des combustibles à gaz qui ait donné jusqu'à présent des résultats manufacturiers, soit en France, soit à à l'étranger, consiste dans l'introduction de l'air

à travers une couche épaisse de combustible. L'épaisseur de cette couche peut, au reste, être de beaucoup réduite, puisqu'il suffit d'une hauteur de 30 à 40 centimètres de charbon pour transformer complétement l'oxygène de l'air en oxyde de carbone. Pour des combustibles fixes ou ne perdant que peu de produits volatils à la calcination, comme le charbon de bois, le coke ou l'anthracite, il y a évidemment avantage à ce que le générateur soit accollé au four à réverbère, afin que la chaleur sensible des gaz produits ne se perde pas par les conduites avant leur arrivée au four. Cette quantité de chaleur est considérable : j'ai montré, dons un précédent mémoire, qu'on pouvait évaluer au moins à 500 ou 600 degrés la température des gaz sortants, en supposant que le combustible arrive d'une manière continue dans ce générateur. Avec le système suivi à Bourguignon de ne charger le combustible qu'à des intervalles de temps éloignés les uns des autres, il est évident que la température propre des gaz sortant du générateur deviendra d'autant plus élevée, qu'on sera plus loin du moment où le chargement du combustible aura eu lieu. Il en résultera ce grand avantage que la *température de combustion* des gaz s'élèvera de plus en plus à mesure que le fer s'échauffera davantage sur la sole du four.

La température à laquelle on peut atteindre dans le four à gaz de Bourguignon, est beaucoup plus élevée que celle produite dans les fours alimentés par les gaz des hauts-fourneaux, et la nature des deux combustibles en rend bien raison ; voici en effet leur composition respective.

	Gaz du générateur. (1)	Gaz des hauts-fourneaux. (2)
Acide carbonique. .	0,5	12,9
Oxyde de carbone.	33,3	23,5
Hydrogène.	2,8	5,8
Azote.	63,4	57,8
	100,0	100,0

Ainsi le gaz du générateur contient 36,1 p. o/o de principes combustibles, tandis que celui du haut-fourneau n'en renferme que 28,3 : celui-ci contient en outre, à sa sortie du gueulard, une proportion de vapeur d'eau qui correspond en moyenne aux 12/00 du volume du gaz sec, et la présence de cette vapeur abaisserait beaucoup la température de combustion, si on ne la condensait pas en partie avant de faire arriver les gaz au four. Enfin ceux-ci sont froids en arrivant au four, et on ne peut guère les chauffer à plus de 200° à chaleur perdue, tandis que les gaz du générateur ont une température très-élevée.

La comparaison qui précède explique bien les difficultés qu'on a éprouvées et qu'on éprouve encore pour appliquer d'une manière continue et régulière les gaz des hauts-fourneaux au charbon de bois (3), à l'alimentation des fours à réverbère

(1) Moyenne de trois analyses de gaz du générateur d'Audincourt faites en 1842.

(2) Moyenne des analyses de gaz pris au gueulard du fourneau de Clerval.

(3) Les gaz des hauts-fourneaux au coke, surtout quand ils sont pris à une certaine distance du gueulard, ont une composition qui se rapproche beaucoup de celle des gaz du générateur. (Voir les analyses des gaz des hauts-fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque, t. V.)

à haute température. Bien que la température du four à puddler soit notablement inférieure à celle des fours de soudage, il semble, d'après le peu de succès d'essais entrepris dans plusieurs usines, que la température de combustion des gaz pris près du gueulard ne soit pas suffisante pour qu'on les emploie à l'alimentation régulière d'un four à puddler ; le faible déchet qu'on obtient généralement dans le puddlage au gaz des hauts-fourneaux semble également annoncer que la température des fours n'est pas assez élevée. Il convient pourtant de dire que si l'on consommait dans le fourneau beaucoup plus de charbon aux 1000 kilog. de fonte que l'on n'en consommait au fourneau de Clerval, on aurait des gaz dont la composition et la température de combustion se rapprocheraient de celles des gaz du générateur, mais on conçoit qu'il y aurait un grand inconvénient à faire dépendre le bon roulement du four à gaz d'un mauvais roulement du fourneau.

Les combustibles qui perdent beaucoup de produits volatils à la distillation ont aussi été essayés dans des générateurs de gaz. Un mémoire intéressant de M. Debette, publié récemment dans les *Annales des Mines*, a fait connaître les résultats obtenus en Prusse et en Styrie par la transformation de la houille et des lignites terreux en gaz combustibles. La disposition du générateur de Kœnigshütte (Prusse), par rapport au four qu'il alimente, présente, avec l'appareil de Bourguignon, cette analogie que le générateur est aussi accolé au four à réverbère. Les générateurs de Saint-Stephan (Styrie), qui consommaient du lignite, étaient au contraire isolés du four. La disposition la plus convenable dépend de la nature du combustible.

Quand, en effet, on produit des gaz en faisant traverser une couche épaisse de combustible par un courant d'air forcé, il y a dans le générateur deux zones très-distinctes : la première, qui se trouve dans le voisinage des tuyères, est la zone de combustion, et l'expérience a prouvé que le combustible y arrivait toujours carbonisé, et que l'oxygène de l'air s'y transformait complétement en oxyde de carbone. La seconde zone est celle de distillation dans laquelle le combustible perd toutes les parties volatiles qu'il contenait; cette distillation s'opère dans un courant de gaz saturé de carbone, et par conséquent aucun des produits qu'elle fournit ne se brûle dans le générateur. Si le combustible a un pouvoir calorifique élevé, comme la houille grasse par exemple, les produits de la distillation entraînés avec le mélange d'oxyde de carbone et d'azote qui provient de la partie inférieure du générateur sont presque tous combustibles, et il n'y aurait pas d'avantage à condenser les produits liquides avant d'introduire les gaz dans le four. Si, au contraire, il s'agit de combustibles, comme le bois, la tourbe, les lignites, qui perdent une fraction considérable de leur poids à la distillation, les gaz sortant du générateur entraîneront avec eux une proportion considérable de produits liquides, formés en grande partie d'eau, et dont le mélange avec les gaz combustibles abaisserait nécessairement beaucoup la température de combustion. Il est donc indispensable, si l'on veut obtenir de hautes températures avec des générateurs alimentés avec des combustibles analogues au bois ou à la tourbe, de séparer les gaz des liquides en condensant ceux-ci. Le générateur devra donc dans ce cas être

placé à une certaine distance des appareils de combustion. La condensation des vapeurs ne présenterait pas de difficultés : on l'exécuterait comme on le fait déjà pour les gaz des hauts-fourneaux que l'on dépouille ainsi de la majeure partie de la vapeur d'eau. Les gaz obtenus avec le bois cru renferment 43 pour 100 de principes combustibles, oxyde de carbone et hydrogène, notablement plus que ceux formés par la braise. En les réchauffant à 300° à la chaleur perdue du four, après la condensation des liquides et les brûlant par un courant d'air chaud et comprimé, il est hors de doute que l'on arriverait à produire les plus hautes températures aussi facilement qu'avec le charbon. La tourbe et les lignites, traités de la même manière que le bois, donneraient bien certainement les mêmes résultats.

La forme des générateurs employés a été jusqu'ici très-variée. Les générateurs de Bourguignon, par leur durée et la facilité avec laquelle on les conduit, me paraissent pouvoir servir à transformer la plupart des combustibles en gaz. Il est probable qu'on pourrait même réduire beaucoup la hauteur du combustible au-dessus des tuyères, et par conséquent diminuer la pression du vent et la dépense de force pour le roulement du générateur. Nous avons vu, en effet, qu'il suffisait de $0^m,30$ d'épaisseur de charbon pour changer l'oxygène de l'air en oxyde de carbone. Avec un mètre, au maximum, d'épaisseur de combustible au-dessus des tuyères, on atteindrait sans doute le même but qu'avec le mode actuel et avec une moindre dépense de force motrice pour l'injection de l'air. Il est possible cependant que pour des combustibles ramollissables, comme les houilles

grasses, l'emploi d'un générateur à grille soit préférable à celui d'un générateur à tuyères. M. Detmold de Londres a pris récemment en Angleterre un brevet pour adapter ce système aux fours à puddler et à réchauffer (1). La disposition des appareils est à très-peu près la même que celle que j'avais proposée d'abord, dans mon mémoire sur la composition des gaz des hauts-fourneaux. (*Annales des mines*, 3e série, t. XIX, p. 463.)

M. Detmold annonce que l'emploi des fours à réverbère avec générateurs produit une économie de combustible avec une diminution dans les déchets.

---

(1) *Journal des usines*, par M. Viollet, novembre 1844, p. 219.

ANALYSE

Des produits de la saline de Gouhenans (Haute-Saône);

Par M. A. MICHEL, directeur de la fabrique de produits chimiques.

Cinq puits ont été successivement forés pour atteindre le sel gemme, dont la première couche s'est trouvée à 56 mètres de profondeur. Chacun de ces puits contient une pompe servant à extraire du sein de la terre le sel préalablement dissous au moyen d'un courant d'eau douce qui y est introduit à cet effet.

Cette eau douce est extraite d'un puits percé en contre-bas de la mine de houille située à environ 400 mètres de la saline.

La quantité de matières étrangères qu'elle contient, soit en dissolution, soit en suspension, est extrêmement variable; ayant à diverses époques évaporé de cette eau, j'ai trouvé, par litre, 0g,367, 0g,435, 0g,498, et de l'eau filtrée m'en a donné jusqu'à 0g,507. Ce dépôt attire rapidement l'humidité.

La réaction de l'eau est légèrement alcaline.

4g,978 de dépôt ont été traités par l'acide azotique; après filtration, dans les premières portions du liquide clair, il s'est formé des cristaux de sulfate de chaux qui se sont redissous dans l'eau de lavage. L'ammoniaque a donné dans cette liqueur un précipité d'alumine et de fer pesant 0g,132. Ce précipité traité par la potasse caustique, l'alu-

mine a été dissoute et il est resté 0^{g},1 d'oxyde ferrique.

La liqueur débarrassée de l'alumine et du fer a été saturée par l'acide azotique, puis traitée par le nitrate de baryte pour précipiter les sulfates; après filtration, l'azotate d'argent a donné 4^{g},14 de chlorure d'argent.

2 gram. de dépôt ont été chauffés avec du carbonate de potasse; après filtration, on a obtenu la liqueur claire A et le dépôt B.

La liqueur A saturée par l'acide chlorhydrique a été traitée par le chlorure de barium, on a obtenu 0^{g},401 de sulfate de baryte.

Le dépôt B dissous dans l'acide chlorhydrique a donné, après filtration, la liqueur C et le dépôt D pesant 0^{g},195.

La liqueur C saturée par l'ammoniaque pour en séparer l'alumine et le fer a été traitée, après avoir été filtrée, par l'oxalate d'ammoniaque; l'oxalate de chaux a été couverte en sulfate, pesant 1^{g},263.

La liqueur provenant de cette dernière filtration a été traitée par un excès d'ammoniaque et du phosphate de soude; on a obtenu 0^{g},468 de phosphate de magnésie.

Le dépôt D a été fondu avec de la potasse caustique, après filtration, évaporation et saturation par l'acide chlorydrique; on n'a pas obtenu de silice.

L'acide carbonique a été dosé d'après le procédé de Fresenius et Will; on a trouvé que 100 de dépôt contiennent 23,25 d'acide carbonique.

Il résulte de cette analyse que 100 du dépôt restant après évaporation de l'eau contiennent :

Alumine.	0,65
Oxyde de fer.	2,00
Acide sulfurique. . .	6,85
Acide carbonique. . .	23,25
Chlore.	20,52
Chaux	26,22
Magnésium.	5,25
Matières organiques. .	9,75

et qu'en admettant, qu'en moyenne, 100 d'eau douce contiennent 0,5 de matières étrangères, on a en définitive pour 10000 parties d'eau.

Sulfate de chaux. . .	5,855
Carbonate de magnésie.	8,840
Carbonate de chaux. .	12,550
Chlorure de calcium. .	10,065
Chlorure de sodium. . .	6,435
Oxyde de fer.	1,000
Alumine.	0,325
Matières organiques. .	4,875
Eau.	9950,000
Perte.	0,055
	10000,000

Eau salée sortant des puits.

Sa pesanteur spécifique était de 1170 à 12°,25 de température; elle est très-limpide, et c'est à peine si après cinq jours de repos il s'est formé un léger dépôt jaunâtre; sa réaction est alcaline; après l'addition de quelques gouttes d'un acide, le sulfhydrate d'ammoniaque n'y produit aucune coloration : il en est de même du sulfocyanure de potassium. Avant d'en faire l'analyse, l'eau a été filtrée.

50 grammes ont été évaporés à siccité et jusqu'à ce qu'une baguette trempée dans l'ammo-

niaque et placée au-dessus de la capsule indiquât un commencement de dégagement de chlore; il est resté 11$^{gr.}$.245 de sels; soit 22,49 p. 100.

10 gr. débarrassés des sulfates au moyen de l'azotate de baryte, ont été traités par l'azotate d'argent; on a obtenu 5$^{gr.}$.24 chlorure d'argent; soit pour 100, 12,926 de chlore.

Dans 40 gr. d'eau salée on a versé du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'ammoniaque et de l'oxalate de la même base; le précipité calciné jusqu'à ce que son poids reste invariable, pesait 0$^{gr.}$.125, représentant 0$^{gr.}$.07036 de chaux; soit pour 100, 0$^{gr.}$.1759 de chaux.

La liqueur claire a été traitée par le phosphate de soude, on a obtenu un précipité qui, après calcination, pesait 0$^{gr.}$.02 représentant 0$^{gr.}$.0044 de magnésium; soit pour 100, 0$^{gr.}$.011 magnésium.

50 gr. traités par le chlorure de barium ont donné 5$^{gr.}$.02 de sulfate de baryte, représentant 0$^{gr.}$.304 d'acide sulfurique; soit pour 100 0$^{gr.}$.608 acide sulfurique.

D'où il résulte que 100 d'eau salée contiennent:

Chlorure de magnésium.	0,042
Chlorure de sodium. . .	21,368
Sulfate de chaux. . . .	0,423
Sulfate de soude. . . .	0,643
Eau.	77,510
Perte.	0,014
	100,000

A la saline de Gouhenans, on croit pouvoir se dispenser de traiter les eaux salées par la chaux pour en séparer les sels magnétiques; j'ai cependant entrepris quelques essais pour m'assurer du résultat de ce traitement.

J'ai éteint avec de l'eau distillée de la chaux vive ordinaire, et je n'ai employé que la poudre qui en est résultée. J'ai trouvé qu'il en fallait 1gr.20 pour précipiter toute la magnésie contenue dans un litre d'eau salée. Si l'on dépasse cette proportion on est exposé à trouver du chlorure de calcium dans les eaux mères après l'évaporation.

Je recommande comme expéditif le procédé suivant, pour s'assurer si l'on a employé trop ou pas assez de chaux. Dans la liqueur préalablement filtrée on verse quelques gouttes de saccharate de chaux, et elle se trouble pour peu qu'elle contienne de sels magnésiens. S'il y a excès de chaux libre, on le reconnaît en faisant passer dans l'eau salée filtrée et au moyen d'un tube de verre un courant d'air sortant des poumons : dans ce cas la liqueur se trouble.

L'eau salée traitée avec la quantité de chaux nécessaire, a été analysée comme la précédente; elle contient :

Sulfate de soude. . .	0,071
Sulfate de chaux. . .	0,524
Chlorure de sodium.	20,555
Eau.	78,850
	100,000

Je ferai observer que cette eau était moins saturée de sel que la précédente.

Analyse du sel de moyenne grosseur.

Ce sel a été pris au milieu de la hauteur, dans un magasin qui a été rempli en 25 jours; à l'époque de l'essai, l'échantillon avait 11 semaines d'emmagasinage. L'analyse en a été faite en suivant la même marche que pour l'eau salée, et il

en a été de même pour les autres analyses qui suivent.

Ce sel contient :

Sulfate de chaux.	1,1110
Sulfate de soude.	0,3218
Chlorure de magnésium. .	0,0790
Chlorure de sodium. . . .	91,6930
Matières insolubles.	0,0840
Eau.	6,5000
Perte.	0,2112
	100,0000

Analyse des schlots.

Sulfate de chaux.	48,51
Sulfate de soude.	16,35
Sulfate de magnésie. . . .	2,69
Chlorure de sodium. . . .	32,45
Oxyde de fer.	traces.
	100,00

L'échantillon avait été préalablement bien égoutté et desséché ; on l'a fait bouillir avec du carbonate de potasse pour convertir les sulfates en carbonates.

Analyse des écailles.

Sulfate de chaux.	26,96
Sulfate de soude.	4,72
Chlorure de magnésium. .	0,16
Chlorure de sodium. . . .	67,56
Oxyde de fer.	0,60
	100,00

Analyse des eaux mères.

1 Eaux mères d'une poêle dans laquelle on

n'a fait que 7 cuites. Pesanteur specifique 1200. Réaction alcaline.

Sulfate de chaux.	0,123
Sulfate de soude.	0,060
Chlorure de magnésium.	0,897
Chlorure de sodium. . .	24,592
Eau.	73,328
	100,000

2° Eaux mères d'une poêle dans laquelle on a fait 39 cuites. Pesanteur spécifique 1217. Réaction alcaline.

Sulfate de chaux.	0,08
Sulfate de soude.	1,64
Chlorure de magnésium. .	3,02
Chlorure de sodium. . . .	23,96
Eau.	71,30
	100,00

Je n'y ai pas trouvé de traces de brôme ni d'iode.

Houille de la mine de Gouhenans.

L'échantillon choisi était de la première qualité, brillant et non lavé; à la loupe on n'y apercevait aucune trace de pyrite.

100 de houille iucinérées dans une capsule placée dans une mouffle ont laissé 11,20 de cendres.

100 — distillés ont produit 60,10 de coke.

100 — traités par l'eau régale ont donné par l'addition de l'ammoniaque un précipité d'oxyde ferrique représentant 7,29 de pyrite.

1 gr. de houille traité avec de la litharge a réduit 21 gr. de plomb.

Je dois prévenir que la qualité moyenne de la houille est loin d'être aussi riche que celle essayée.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans les laboratoires des départements pendant l'année 1843.

(SUITE) (1).

LABORATOIRE DE VESOUL,

Dirigé par M. *Drouot*, ingénieur des mines.

Analyse de deux minerais de fer.

DÉSIGNATION de la nature DES PRINCIPES CONSTITUANTS.	DÉSIGNATION des minerais analysés, et proportions des principes constituants.	
	Minerai pisiforme d'Autrey (Haute-Saône). (1)	Minerai oolithique d'Ougney (Jura). (2)
Peroxyde de fer.	0,552	0,436
Oxyde rouge de manganèse. .	0,024	néant.
Acide phosphorique.	néant.	traces.
— arsénique.	néant.	néant.
Oxyde vert de chrôme.	traces notables.	non essayé.
Eau, oxygène et acide carbonique.	0,172	0,228
Chaux.	traces.	0,164
Alumine.	0,088	0,054
Magnésie.	néant.	néant.
Silice et quartz.	0,168	0,116
Totaux. . . .	1,004	0,998
Rendement en fer p. 100. . .	38	30

(1) Voyez pages 367 à 433.

(1) *Minerai de fer pisiforme*, extrait sur le territoire de la commune d'Autrey, lieu dit le Champ-Blanc ou les Petits-Creux, arrondissement de Gray, Haute-Saône. On le fond au haut-fourneau d'Autrey.

Ce minerai est en grains imparfaitement arrondis, tuberculeux, la plupart petits et dont aucun n'atteint $0^m,01$ de diamètre.

Ces grains sont formés de couches concentriques dont la couleur varie du noir au jaune. L'ensemble donne une poussière d'un brun jaunâtre. La première de ces couleurs dénote la présence du peroxyde de manganèse; la seconde est celle du peroxyde de fer hydraté.

Quelques-uns des grains sont attirables au barreau aimanté, ce qui dénote la présence du silicate de protoxyde de fer.

Ce minerai est mélangé de quelques petits fragments d'un calcaire en partie argileux et en partie cristallin, désigné par les mineurs sous le nom de castillot, et semblable à celui que j'ai analysé en 1842.

Ce minerai et le calcaire appartiennent à la formation tertiaire d'eau douce. Le minerai ne renfermant ni phosphore ni arsenic, donne, ainsi que les autres minerais pisiformes des environs d'Autrey, des fontes grises également propres à la deuxième fusion et à l'affinage. La quantité d'alumine qu'il renferme étant considérable par rapport à la silice, on doit le mélanger avec d'autres minerais plus siliceux, et ajouter de la castine au mélange pour faciliter la fusion.

(2) *Minerai de fer hydroxydé oolithique*, exploité sur le territoire de la commune d'Ougney, et fondu au haut-fourneau de Fraisans, arrondissement de Dole (Jura).

Ce minerai est en grains très-fins lenticulaires agglutinés par un ciment ferrugineux. Considéré en masse, il est d'un rouge un peu jaunâtre. La poussière a une couleur encore plus jaune que celle de la masse même.

D'après les renseignements qui m'ont été donnés, il paraît appartenir à la partie inférieure de la formation du calcaire oolithique. Comme il ne donne aucune trace d'arsenic, et qu'il ne renferme pas une quantité considérable d'acide phosphorique, c'est un des meilleurs minerais que l'on exploite dans cette formation géologique. La proportion de l'alumine étant considérable par rapport à la silice, il convient de le mélanger avec des minerais siliceux pour en faciliter la fusion.

Analyse d'un laitier du haut-fourneau au charbon de bois de Bley, commune d'Auvet, arrondissement de Gray (Haute-Saône).

Silice.	0,490	oxygène. 0,2465	ci. 0,2465
Chaux.	0,240	0,0674	
Alumine.	0,218	0,1018	
Potasse.	0,007	0,0012	0,1783
Soude.	0,007	0,0018	
Protoxyde de manganèse.	0,006	0,0013	
Protoxyde de fer.	0,021	0,0048	
Magnésie.	traces.		
Soufre.	traces.		
Perte.	0,011		
Total.	1,000		

Lorsque ce laitier a été produit, le haut-fourneau était en bonne allure et donnait de la fonte très-grise, connue dans le commerce sous le nom de fonte grise de Comté, également propre à l'affinage et à la deuxième fusion.

Il est bien vitrifié, vert foncé et violacé, lorsqu'il est en masse, violet clair lorsqu'il est en poudre grossière, et d'un gris très-clair et un peu violacé lorsqu'il est en poudre impalpable. On remarque à sa surface quelques paillettes de graphite.

Il est attaquable par l'acide hydrochlorique concentré et bouillant avec lequel il donne une odeur sensible d'hydrogène sulfuré, mais traité par l'eau régale, il n'a cependant pas fourni d'acide sulfurique reconnaissable par la baryte. Les minerais pisiformes fondus dans le haut-fourneau de Bley ne renferment effectivement pas une quantité de soufre appréciable par les réactifs ordinaires.

Ce laitier est remarquable par les quantités considérables d'alumine et d'alcali qu'il renferme. La formule est à très-peu près B^3S^4, et annonce peu de fusibilité : les bases y sont en trop forte proportion par rapport à la silice. L'alumine est d'ailleurs par elle-même un mauvais fondant. Sa proportion ne devrait pas dépasser 15 p. o/o, si l'on voulait rendre la fusion facile. Mais pour obtenir des fontes très-grises, comme on le fait au haut-fourneau de Bley, on doit établir dans l'ouvrage une très-haute température, et c'est là, sans doute, ce qui a conduit naturellement à composer des laitiers peu fusibles.

La composition indiquée ci-dessus s'accorde assez bien avec celle calculée d'après la proportion des divers minerais employés et analysés en 1841 et 1842.

Les alcalis se trouvent dans ce laitier en proportions considérables, et je me suis assuré, par des expériences répétées, que ceux que j'ai trouvés ne provenaient pas des fioles de verre dans

lesquelles j'ai opéré. Je n'ai jamais trouvé un excès de matière, il y a toujours eu un déficit après l'addition des principes constituants.

Analyse d'une eau minérale acidulée sulfureuse froide, de Neuvelle-les-la-Charité, arrondissement de Vesoul (Haute-Saône).

Vers le mois de mai de l'année 1843, on a découvert dans l'arrondissement de Vesoul, sur le territoire de la commune de Neuvelle-les-la-Charité, au midi du village, à 100 mètres environ à l'est de la route départementale de Besançon à Combeaufontaine, sur la rive droite du ruisseau qui descend au Pont-de-Planche, trois sources situées à peu près sur une même ligne droite dirigée de l'est à l'ouest, et distantes l'une de l'autre d'environ 35 mètres. Ces sources paraissent avoir été déjà connues anciennement. Sur l'une d'elles on a trouvé un tronc d'arbre creux qui semblait placé pour isoler l'eau minérale. Néanmoins les personnes les plus vieilles du pays n'en avaient jamais entendu parler; aucun écrit n'en fait mention.

Le sol d'où elles surgissent est composé, sur une épaisseur d'environ 2 mètres, d'une tourbe très-argileuse, mélangée de branchages, et reposant sur la formation du calcaire tertiaire siliceux d'eau douce, dont le développement est assez important aux environs de Neuvelle-les-la-Charité. Ce calcaire est très-friable; lorsqu'il est humide il se pétrit presque comme de l'argile. Le silex y est distribué par masses de forme irrégulière mais toujours très-aplaties horizontalement.

L'eau telle qu'on peut la recueillir maintenant est parfaitement limpide et incolore. Sa tempé-

rature ne diffère pas sensiblement de celle des sources ordinaires du pays. Elle a une très-forte odeur de sulfide hydrique. Elle rougit, mais faiblement, le papier de tournesol. Sa saveur est à la fois sulfureuse et astringente. Les trois sources laissent dégager des bulles de gaz. Aux environs et dans les canaux de fuite, on remarque un dépôt de soufre blanc jaunâtre.

On y a trouvé les principes constituants suivants dont les quantités sont rapportées à 1.000 d'eau :

Sulfide hydrique. . .	0,010	en volume.
Acide carbonique. .	0,033	
Azote.	0,015	
Oxygène.	0,001	

Sulfate de soude.	0,000104	en poids.
Sulfate de potasse.	0,000065	
Sulfate de magnésie.	0,000136	
Sulfate de chaux.	0,000047	
Carbonate de chaux.	0,000399	
Silice.	0,000001	
Chlorure de magnésium. . .	traces.	
Carbonate d'ammoniaque. .	traces.	
Sulfate d'ammoniaque. . . .	traces.	
Résine et autre matière végétale ou animale.	traces.	
Total.	0,000752	

Les sels obtenus par l'évaporation de l'eau et supposés anhydres, sont composés ainsi qu'il suit :

Sulfate de soude.	0,138
Sulfate de potasse.	0,086
Sulfate de magnésie.	0,181
Sulfate de chaux.	0,063
Carbonate de chaux.	0,531
Silice.	0,001
Chlorure de magnésium.	traces.
Sulfate d'ammoniaque.	traces.
Résine et autre matière végétale ou animale.	traces.
Total.	1,000

Les proportions des gaz sulfide hydrique azote et oxygène, quoique déterminées seulement par approximation, paraissent ne pas s'écarter beaucoup de la vérité. L'azote et l'oxygène se trouvent dans l'eau minérale, et selon toute probabilité, principalement dans l'eau douce dont elle est mélangée. Or, on sait que l'air dissous dans l'eau contient, non pas seulement 0,21, mais 0,32 d'oxygène, les 0,015 d'azote doivent donc avoir été accompagnés non pas de 0,004, mais bien de 0,007 d'oxygène qui sont plus que suffisants pour détruire les 0,010 de sulfide hydrique avec dépôt de soufre.

Dans l'eau de Neuvelle-les-la-Charité, comme dans celle de Guillon, le gaz sulfide hydrique est hors de toute combinaison, car il se dégage en totalité par l'ébullition. Après cette opération, l'eau ne conserve plus aucune réaction acide; elle laisse déposer du carbonate de chaux.

LABORATOIRE DE BESANÇON,

Dirigé par M. *Boyé*, ingénieur des mines.

Essai de trois lignites et d'un lignite carbonisé.

L'essai de ces combustibles a été fait suivant la méthode ordinaire d'analyse immédiate, telle qu'elle est exposée dans le Traité des essais par la voie sèche de M. Berthier.

On a cru intéressant de rechercher la quantité d'eau hygrométrique renfermée dans les divers lignites soumis à l'essai. Cette détermination a été faite sur 15 gr. concassés en petits fragments que l'on a exposés dans une étuve à la température de 100°. La dessication a été poussée jusqu'au

point où, par des pesées successives, on s'est assuré que le lignite ne perdait plus rien de son poids. Dans cet état, les lignites ne présentaient aucune trace d'altération, et durant tout le temps de la dessiccation ils n'ont pas dégagé d'odeur.

La détermination du charbon a été faite en calcinant 10 gr. de combustible dans un creuset de platine muni de son couvercle et renfermé dans un creuset de terre également fermé. Le tout a été soumis à une température graduellement croissante. L'essai a été fait sur les lignites non desséchés.

Les cendres ont été dosées en incinérant 1 gr. de combustible réduit en poudre dans une capsule très-mince de platine chauffée par une lampe à esprit-de-vin. L'exactitude des résultats obtenus par ce moyen a été constatée en opérant pour un des combustibles sur le combustible lui-même et sur le charbon obtenu par la calcination.

Le tableau suivant représente le résultat de ces essais.

	Morteau. (1)	Orbagna. (2)	Gd-Denis. (3)	Gd-Denis. (4)
Eau.	0,163	0,162	0,120	»
Charbon.	0,295	0,305	0,300	0,717
Cendres.	0,170	0,120	0,080	0,110
Mat. volat. combust.	0,372	0,413	0,500	0,173
	1,000	1,000	1,000	1,000
Plomb réduit	15,25	15,60	17,20	29,06
Densité	1,35	1,38	1,30	1,15

(1) *Lignite de Morteau* (Doubs). — Ce lignite se trouve au-dessus du terrain néocomien dans un lambeau de terrain tertiaire supérieur, contemporain du terrain de la Bresse, et présentant la même composition minéralogique que ce dernier. Ce gisement, qui est peu étendu, a été exploré seulement par quelques tranchées à ciel ouvert pour en reconnaître les affleurements. Le lignite qui a été extrait de ces fouilles présente des parties d'apparences diverses. Certains fragments ont conservé presque entièrement la structure du bois; dans d'autres, au contraire, cette structure a complétement disparu.

L'échantillon analysé appartient à cette dernière catégorie; il est compacte avec une légère tendance à se diviser en feuillets, d'un noir mat, à cassure légèrement conchoïde. Sa poussière est noire. Il présente dans plusieurs points des traces d'oxyde de fer provenant de la décomposition des pyrites. Il brûle avec une flamme fuligineuse, une odeur bitumineuse et faiblement pénétrante.

Dans la calcination ce combustible ne change pas de volume, les morceaux ne collent pas entre eux. Les cendres sont principalement argileuses, elles font à peine effervescence avec les acides; elles sont colorées par le peroxyde de fer.

L'exploration du gîte de ce combustible a été abandonnée depuis plusieurs années. On se propose de reprendre les travaux et d'employer le lignite à la cuisson des tuiles.

(2) *Lignite d'Orbagna* (Jura). — Le gisement de ce combustible est le même que celui du précédent. Il forme un amas dans le terrain tertiaire supérieur sur la limite du bassin de la Bresse jus-

qu'au contact de l'étage inférieur du calcaire oolitique.

Quelques fragments de ce lignite présentent la texture du bois, mais dans la presque totalité cette texture a disparu. L'échantillon analysé est de ces derniers. Il est compacte, plus feuilleté que le lignite de Morteau, d'un noir légèrement brillant, présentant en plusieurs points un aspect un peu gras. Il se brise et se pulvérise facilement, sa cassure est franche et nette, sa poussière est noire. Il brûle sans se boursoufler avec une longue flamme un peu fuligineuse, et répand une odeur bitumineuse et un peu désagréable.

A la calcination, les fragments conservent leur forme et ne collent pas entre eux. Les cendres sont effervescentes par les acides, et laissent un faible résidu argileux; elles sont colorées par le peroxyde de fer moins fortement que celles du lignite de Morteau.

Le gîte de ce combustible a été seulement exploré par un puits au bout duquel on a pratiqué un commencement de galerie. L'épaisseur de l'amas n'a pas été reconnue; elle paraît considérable. Les travaux ont été abandonnés depuis plusieurs années par suite de dissentiments survenus entre les explorateurs. Il serait à désirer que ces travaux fussent repris. Le lignite pourrait être obtenu à un prix peu élevé; il trouverait facilement des débouchés à cause de sa position sur une voie de transport à 13 kilomètres seulement de Lons-le-Saunier.

(3) *Lignite du Grand-Denis, commune de Flangebouche* (Doubs). — Même gisement que les deux précédents : il forme un amas puisssant dans le terrain tertiaire supérieur. — Les derniers

travaux d'exploitation montrent clairement que cet amas a été redressé, et qu'il forme deux branches en forme de V, dont l'une a 15 mètres de puissance, et l'autre 8 mètres. Ce redressement doit être rapporté au soulèvement de la chaîne principale des Alpes, époque à laquelle le relief de la surface du Doubs a éprouvé de grandes modifications. L'étendue de cet amas suivant la direction des couches est inconnue. Le combustible exploité au Grand-Denis présente des fragments qui ont entièrement conservé la structure du bois; dans le milieu de la masse l'altération est plus avancée, mais la structure végétale ne disparaît jamais complétement.

La plus grande partie de ce combustible se présente en masses compactes d'un brun rougeâtre dans lesquelles les fibres sont nettement visibles. Dans quelques veines se fondant dans la masse, l'altération est à peu près complète, et la couleur de ces parties est noire; mais ces parties ne forment qu'une très-minime fraction de la masse. Ce lignite est difficile à briser et à pulvériser; sa poussière est d'un brun chocolat, il brûle avec une longue flamme fuligineuse, et en répandant une odeur un peu moins pénétrante que celle des deux premiers.

L'échantillon analysé appartient à la variété la plus abondante; il donne par la calcination un charbon légèrement brillant, ayant conservé sensiblement la forme primitive, les fragments se collent légèrement entre eux. Les cendres sont plus effervescentes que celles de Morteau, moins que celles d'Orbagna; elles sont fortement colorées par du peroxyde de fer provenant de la décomposition des pyrites. Ces pyrites ne sont pas réunies

en nodules visibles, mais paraissent disséminées dans la masse; elles se décomposent en partie dans la mine, et le sulfate de chaux, qui se produit par la réaction sur les cendres, vient se déposer sous forme de petits cristaux sur la paroi des galeries. Le peroxyde de fer forme les 45 p. o/o du poids des cendres. En supposant que le fer se trouve entièrement à l'état de pyrite dans le combustible, la proportion de pyrites serait de 5 p. o/o de lignite.

(4) *Lignite carbonisé du Grand-Denis.* — Ce charbon est d'un noir métalloïde brillant; il est sonore, poreux, et ressemble assez au charbon de bois; mais il est plus dur et moins fragile que lui. Il a conservé à peu près la forme du morceau qui l'a produit.

Le lignite a été carbonisé dans des fours d'où on ne laissait pas échapper librement les gaz et les vapeurs, de manière que, pendant la carbonisation, il était soumis à une certaine pression. On a essayé de le carboniser en plein air, mais on n'a pas obtenu d'aussi bons résultats. Du reste, cette fabrication a cessé parce qu'on ne trouvait pas le placement du charbon à un prix équivalent à la valeur du lignite consommé augmentée de la main d'œuvre.

Ce combustible, vu sa densité, est susceptible de produire une haute température, et il serait à désirer que quelques essais fussent tentés pour son emploi dans les arts métallurgiques, par exemple pour la fusion de la fonte dans les cubilots. Le charbon, dans ce cas, devrait être préparé avec le lignite le plus parfait. Ayant examiné sous le rapport de la densité quelques échantillons qui paraissaient provenir du lignite imparfait, celui qui a conservé entièrement la structure du bois,

j'ai trouvé que le charbon avait une densité moindre que celle de l'eau, et qu'elle était en moyenne de 0,69.

Analyse des minerais de fer oolitiques du Jura.

	Ougney. (1)	La Serre. (2)
Peroxyde de fer.	0,485	0,335
Alumine soluble	0,015	0,040
Carbonate de chaux.	0,248	0,347
— de magnésie.	»	0,058
Argile	0,086	0,090
Eau et matières bitumineuses. .	0,166	0,130
	1,000	1,000
Teneur en fer p. 100.	33 ½	23

(1) *Minerai hydroxydé oolitique d'Ougney*, arrondissement de Dôle. — Ce minerai constitue une couche à la base de l'étage inférieur du calcaire oolitique, dans le groupe de l'oolite ferrugineuse. Il est en petits grains arrondis, légèrement aplatis et réunis par un ciment ferrugineux. On distingue, disséminées en très-petite quantité dans la masse, quelques lamelles de chaux carbonatée spathique. La masse est d'un rouge brun tirant un peu sur le jaune; la poussière est plus jaune que la masse. Il ne présente pas de parties

attirables à l'aimant. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 3,21.

Ce minerai est employé comme fondant dans les hauts-fourneaux de Fraisans, Rans et Moulin-Rouge.

(2) *Minerai hydroxydé oolitique de la forêt de la Serre*, près Dôle. — En petits grains bruns, luisants ou rougeâtres, aplatis et disséminés dans une pâte ferrugineuse rougeâtre. On distingue, disséminées dans la pâte, et en plus grand nombre que dans le précédent, des lamelles de chaux carbonatée spathique. La masse est d'un rouge très-prononcé présentant quelques parties d'un gris brun. La poussière est rouge. Ce minerai ne présente pas des parties attirables à l'aimant. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 2,89.

L'échantillon analysé a été remis par M. Trayvou, maître de forges à Fraisans. Il provient d'exploitations faites dans la forêt de la Serre. D'après sa texture on reconnaît qu'il appartient au groupe de l'oolite ferrugineuse ou lias; d'après les renseignements donnés par M. Trayvou, il paraîtrait que son gisement se trouve dans le lias.

LABORATOIRE DE DIJON,

Dirigé par M. *L. Guillebot de Nerville*, ingénieur des mines.

1. *Analyse du minerai de fer de Beauregard* (Côte-d'Or). — Le minerai de fer de Beauregard se lie étroitement par son gisement à celui de *Thostes*, dont j'ai donné l'analyse en 1843 et il est exploité à quelques centaines de mètres, seulement de ce dernier minerai.

La roche qui le constitue était originairement un calcaire lumachelle formant à la base du terrain de lias, à 1^{m},30 au-dessous du calcaire à gryphées, et à 3^{m},50 au-dessus du granite, un banc d'environ 2^{m},50 d'épaisseur divisé en onze assises qui ont été, postérieurement à leur dépôt, pénétrées de fer oligiste provenant de l'épanchement de plusieurs filons. Les cinq assises supérieures sont trop faiblement imprégnées d'oxyde de fer pour être exploitées comme minerai; l'exploitation porte uniquement sur les six assises inférieures dont l'épaisseur totale est d'environ 1^{m},50.

Le fer oligiste a généralement pénétré d'une manière intime toutes les parties des assises calcaires transformées en minerai, de telle sorte qu'un fragment quelconque de cette roche ferrugineuse tache les doigts et donne une raclure rouge, quel que soit le point de sa surface avec lequel ait lieu le contact; mais cet oxyde s'est principalement concentré sur les coquilles de la lumachelle, soit qu'il n'ait eu à remplir que des vides dans lesquels il a cristallisé en se moulant sur les parois des cavités qui lui étaient offertes, soit qu'il ait remplacé le têt molécule à molécule, et qu'il ait obéi à une sorte d'attraction exercée par la matière organique des coquilles qui passaient à l'état fossile. Dans quelques parties de la masse du minerai, les coquilles en fer oligiste sont assez complétement conservées pour qu'il soit possible d'en déterminer le genre et l'espèce, mais le plus souvent elles n'existent qu'à l'état de débris; et alors, disséminées à profusion dans la pâte calcaire rougeâtre, elles lui communiquent un aspect tout particulier qu'on peut comparer à celui d'une brique poreuse de couleur foncée,

qui serait criblée de lamelles de fer spéculaire.

L'analyse de ce minerai a donné les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,3864
Traces d'oxyde de manganèse.	»
— d'oxyde de chrome. . .	»
— de soufre.	»
Faibles traces d'arsenic. . . .	»
Alumine soluble.	0,0088
Carbonate de chaux.	0,5130
Carbonate de magnésie.	0,0640
Argile.	0,0260
Perte.	0,0018
	1,0000

Teneur en fer métallique 26,76 p. o/o.

Quelques échantillons de ce minerai paraissant mieux représenter la richesse moyenne à laquelle on arrivera facilement par un simple triage au moment de l'extraction, ont été soumis à l'essai par voie sèche, et ont donné 35,21 p. o/o de fonte.

Cette fonte était très-faiblement truitée, grenue, et assez peu résistante ; cependant elle s'aplatissait légèrement sous le marteau avant de se rompre.

2° *Analyse du minerai* (dit mine en terre) *de Courcelles-Frémoy* (Côte-d'Or). — Le plateau de Courcelles-Frémoy, situé au même niveau géologique que celui de Thostes et Beauregard, dont il n'est séparé que par la vallée du Serain, renferme le prolongement du même gîte de minerai de fer avec les mêmes circonstances de gisement. Sans insister ici sur des détails géologiques dont il suffit de donner un aperçu, je rappellerai seulement que l'épanchement de fer oligiste qui a produit ce minerai paraît avoir eu lieu postérieurement à la grande sécrétion siliceuse de l'arkose, et que la

matière ferreuse, se faisant jour au travers des roches qui constituent la base du lias, semble avoir pénétré de préférence les couches calcaires lumachelles, ne se répandant dans les couches argileuses qui leur sont subordonnées que lorsque les premières étaient déjà envahies par l'épanchement quartzeux. La mine en terre de Courcelles-Frémoy est de cette dernière espèce; c'est, comme la mine alumineuse de Thostes, de l'argile imprégnée d'une façon très-homogène de particules de fer oligiste d'une extrême ténuité.

Ce minerai a l'aspect gras d'une argile plastique, c'est une sanguine d'une couleur foncée, à reflets argentins (dans les parties frottées), rappelant ceux du peroxyde hydraté de manganèse.

Il est facilement attaqué par l'acide muriatique avec dégagement de chlore : tout l'oxyde de fer se dissout promptement sans dépôt de paillettes de fer oligiste.

Son analyse a donné les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,5780
Oxyde rouge de manganèse. .	0,0360
Oxyde de chrome.	traces.
Alumine soluble.	0,0567
Argile.	0,1890
Soufre.	0,0002
Arsenic.	traces notables.
Eau et oxygène.	0,1390
Perte.	0,0011
	1,0000

Teneur en fer métallique 40,06 p. 0/0.

L'essai par voie sèche fait sur 10 grammes de ce minerai avec addition de 1 gr. de chaux carbonatée, et de 1 gr. de kaolin traité par l'acide

muriatique et calciné, a produit un culot de fonte de 4g,15. — Cette fonte était blanche, à grains fins et cassante.

La scorie était vitreuse, bien fondue, d'un gris violacé, translucide dans sa cassure.

Ce minerai, essayé à l'appareil de Marsh, a donné de nombreuses taches arsenicales; il contient en outre une petite quantité de soufre, que j'ai dosée par l'attaque au nitre. La présence de ces matières, si nuisibles à la qualité de la fonte et du fer, devait attirer toute l'attention des propriétaires des hauts fourneaux de Montzeron (commune de Toutry), qui exploitent et brûlent annuellement cinq à six mille quintaux métriques de cette mine; aussi, sur mes indications, ils ont fait construire depuis plusieurs mois un four de grillage où ce minerai, grossièrement mélangé de poussier de charbon de bois, est soumis à l'action de la flamme des gaz du gueulard. — Cette calcination chasse la plus grande partie de l'arsenic qui répand aux alentours du four une odeur alliacée bien caractérisée, et la qualité des produits de l'usine est très-notablement améliorée.

3° *Analyse du minerai de fer en roche de Courcelles-Frémoy* (Côte-d'Or). — Ce minerai, à gangue calcaire, présente la plus grande analogie de gisement et de structure minéralogique avec celui de Beauregard, dont il a été question plus haut; c'est encore une lumachelle intimement pénétrée de fer oligiste; mais les coquilles transformées en oxyde de fer y sont beaucoup moins distinctes qu'à Beauregard. Le gîte, dans son ensemble, est beaucoup moins important, et

la couche exploitable n'a guère que 0^m,80 d'épaisseur moyenne.

Attaqué par l'acide muriatique concentré, ce minerai donne aussi un dépôt de paillettes de fer oligiste légèrement attirables au barreau aimanté, et qui ne se dissolvent dans l'acide qu'après une ébullition prolongée.

Il renferme une petite quantité de soufre et d'arsenic comme le minerai de Beauregard, mais en proportion beaucoup moins forte, pour l'arsenic surtout, que la *mine en terre* exploitée sur le territoire de la même commune.

Son analyse a donné :

Peroxyde de fer.	0,5512
Traces d'oxyde de manganèse.	»
— d'oxyde de chrome. . .	»
— de soufre.	»
— d'arsenic.	»
Alumine soluble.	0,0076
Carbonate de chaux.	0,3488
Carbonate de magnésie. . . .	0,0360
Argile.	0,0542
Perte.	0,0022
	1,0000

Sa teneur en fer métallique est de 38,20 p. o/o.

4° *Analyse du minerai de fer en grains de l'Étang-de-la-Chaume* (commune de Courcelles-Frémoy). — A Courcelles-Frémoy, comme à Thostes, le fer oligiste a aussi imprégné, dans son épanchement, des roches dans la constitution primitive desquelles dominait la silice à l'état de sable quartzeux plus ou moins agrégé. Ces roches, depuis qu'elles sont devenues ferrugineuses, ont été ravinées par des courants diluviens, et leurs

débris mieux conservés et entraînés moins loin que ceux des roches voisines, forment aujourd'hui, dans quelques dépressions du plateau de Courcelles-Frémoy, Villars et Montbertault, des lambeaux de terrain de transport susceptibles d'être exploités avec avantage comme minerai de fer.

Le sol de l'*Étang-de-la-Chaume* est formé d'un lambeau de ce terrain reposant sur le granite; on l'exploite comme minerai, et trois mètres cubes de mine brute donnent, par un lavage facile, un mètre cube de mine propre à la fusion, en grains de couleur foncée, de forme irrégulière, mais toujours légèrement arrondie, de 0,005 à 0,015 de diamètre, offrant dans la cassure une pâte rougeâtre quartzeuse homogène, compacte dans quelques fragments, grenue dans quelques autres, pénétrée, çà et là, de quelques lamelles de fer oligiste.

L'analyse du minerai lavé a donné :

Peroxyde de fer		0,398
Oxyde rouge de manganèse		0,056
Traces d'oxyde de chrome		»
— de soufre		»
Alumine soluble		0,022
Argile et quartz.	Silice et quartz	0,368
	Alumine	0,010
Eau et oxygène		0,144
Perte		0,002
		1,000

Teneur en fer métallique 27,59 p. 0/0.

Il contient de faibles traces de soufre, mais il ne donne pas la moindre tache arsenicale à l'appareil de Marsh.

La gangue siliceuse de ce minerai le rend très-

apte à être traité avec les mines alumineuses et calcaires de la même localité ; et, pour faciliter la fusion de ces deux dernières mines, il peut remplacer avantageusement le minerai d'Aisy, que les propriétaires des hauts-fourneaux de Montzeron exploitent à plus de douze kilomètres de leur usine, et qu'ils recherchent surtout pour le sable granitique qui s'y trouve agglutiné par l'hydroxyde de fer.

Les proportions les plus convenables à adopter dans la composition du lit de fusion pour donner lieu à la formation d'un bisilicate très-fusible, seraient sur neuf parties, en poids : trois de minerai siliceux de Courcelles-Frémoy, quatre de minerai calcaire, et deux de minerai alumineux.

5° *Analyse du minerai de fer en roche d'Ougney* (Jura). — Ce minerai forme une couche à la base du premier étage oolithique ; il est formé d'hydroxyde de fer en oolithes miliaires aplaties, empâtées par un ciment argilo-calcaire rougeâtre. Il renferme des débris coquillers assez abondants.

Attaqué par l'acide muriatique concentré, il laisse en dépôt un résidu argileux parsemé d'un grand nombre de paillettes de mica ; on peut en conclure qu'à l'époque où ce minerai se déposait, les phénomènes de transport qui ont accompagné la formation des premiers sédiments du premier étage jurassique n'étaient pas complétement assoupis.

L'analyse a montré qu'il était composé des éléments suivants:

Peroxyde de fer.	0,440
Traces d'oxyde de manganèse.	»
— d'oxyde de chrome. . .	»
— d'acide phosphorique. .	»
Alumine soluble.	0,014
Carbonate de chaux.	0,266
Carbonate de magnésie.	0,056
Argile micacée.	0,130
Eau.	0,083
Perte.	0,011
	1,000

Teneur en fer métallique 30,50 p. 0/0.

10 grammes de ce minerai ont été essayés par voie sèche en mélange avec 3 grammes de kaolin traité par l'acide muriatique et calciné. Les résultats de cet essai se sont parfaitement accordés avec ceux de l'analyse par voie humide.

La fonte pesait 3^{gr},14 ; elle était peu résistante, blanche et à grains fins.

La scorie était bien fondue, mais pierreuse, sans transparence, d'un gris blanchâtre, à cassure esquilleuse.

6° *Analyse du minerai de fer en roche du Val de Delémont* (canton de Berne, Suisse). — Ce minerai a été remis au laboratoire par un maître de forges du département de la Côte-d'Or, qui possède des usines en Suisse, et qui se proposerait de le traiter dans ses fourneaux d'Undervilliers.

Il paraît appartenir, comme le précédent, à la base du premier étage jurassique ; il est formé de la réunion dans une pâte rougeâtre, argilo-calcaire, d'oolithes miliaires d'hydroxyde de fer mélangées d'une grande quantité d'entroques et lamelles spathiques. — Il présente peu de co-

quilles, mais sa masse est traversée de nombreux filons de chaux carbonatée.

Il a donné à l'analyse :

Peroxyde de fer.	0,2460
Traces d'oxyde de manganèse.	»
— d'oxyde de chrome. . .	»
— d'oxyde phosphorique.	»
Alumine soluble.	0,0052
Carbonate de chaux.	0,5630
Carbonate de magnésie. . . .	0,0041
Argile.	0,1200
Eau (calculée par différence).	0,0617
	1,0000

Teneur en fer métallique 17,05 p. 0/0.

7° *Analyses de diverses cloches.*

Comme les années précédentes, ces analyses ont eu pour but de servir de bases aux devis de refontes des anciennes cloches et aux réceptions des nouvelles.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cuivre. . . .	0,7111	0,7618	0,7877	0,7846	0,7508	0,7956
Étain.	0,1965	0,2232	0,2001	0,2154	0,2492	0,2044
Plomb. . . .	0,0476	0,0150	0,0122	traces.	»	traces.
Zinc.	0,0448	traces.	»	»	»	»
Fer	»	»	traces.	traces.	traces.	»
Totaux. .	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) *Ancienne cloche de Quincerot.* — La proportion de plomb et de zinc, contenus dans le métal de cette cloche, a été jugée trop forte pour

que le fondeur fût autorisé à utiliser l'ancien métal pour la fonte de la cloche neuve.

(2) *Ancienne cloche d'Échevronne.*

(3) *Nouvelle cloche de Chaumont-le-Bois.*

(4) Id. *de Montmoyen.*

(5) *Deux nouvelles cloches de Bremur et Vaurois.* — Fondues dans la même opération.

(6) *Ancienne cloche de Quinci-le-Vicomte.*

LABORATOIRE DE VICDESSOS,

Dirigé par M. *Étienne Dupont*, aspirant-ingénieur des mines.

Analyse et essai par voie sèche de divers minerais de fer.

1° *Minerai de fer de Castette*, près de Riderenert, canton et arrondissement de Saint-Girons.

Caractères minéralogiques. Ce minerai est compacte, de texture schisteuse et d'une couleur brun foncé : il jouit de la double polarité magnétique.

Gisement. Il forme la croûte extérieure de la montagne située vis-à-vis le village de Riderenert, sur la rive gauche du ruisseau. La région ferrifère paraît même s'étendre assez profondément dans l'intérieur de la montagne, car des excavations de trois mètres et plus, ont été faites en divers points et en entier dans le minerai.

Vers la base de la montagne, du côté de Riderenert, les schistes ferrugineux sont recouverts par un calcaire gris mal stratifié, tandis que vers le sommet, ils reposent sur le terrain ancien.

Analyse. Ce minerai soumis aux procédés ordinaires de l'analyse a donné la composition suivante :

Peroxyde de fer. . . .	0,580
Protoxyde de fer. . . .	0,260
Oxyde de manganèse. .	0,008
Soufre.	0,005
Argile.	0,143
	0,996
Fonte à l'essai.	0,550

La fonte obtenue à l'essai est blanche et cassante, à petites lamelles.

Ce minerai a été essayé à la forge catalane de Lacourt, il a donné un massé qui se brisait sous le marteau.

2° *Minerai de fer de la Combe-de-Boy*, près Riderenert. — Ce minerai a l'aspect extérieur d'une hématite brune fibreuse : il présente quelques points brillants dans la cassure; la poussière est d'un brun clair, elle est insensible à l'action du barreau aimanté. **Caractères minéralogiques.**

Ce minerai se trouve sur la rive droite du ruisseau de Riderenert, vis-à-vis le village : il a été exploité anciennement, et le morceau soumis à l'analyse provient d'un bloc trouvé dans les éboulis des vieux travaux. **Gisement.**

On trouve près du village des bancs de scories qui attestent que ce minerai a été exploité avec fruit dans une haute antiquité : l'église du village de Riderenert, qui paraît ancienne, est fondée sur un massif de scories de forge.

Ce minerai a donné à l'analyse la composition suivante : **Analyse.**

Peroxyde de fer. . . .	0,771
Oxyde de manganèse. .	0,016
Eau.	0,100
Soufre.	0,002
Argile.	0,103
	0,992
Fonte à l'essai.	0,510

La fonte est grise, d'un grain médiocre et un peu cristallin : elle s'aplatit sensiblement sous le marteau avant de rompre.

Caractères minéralogiques. 3° *Minerai de fer du Sourd*, commune de Celles, canton et arrondissement de Faix. — Ce minerai a l'apparence d'une hématite rouge, compacte, mêlée d'une forte proportion de calcaire.

Gisement. Il se trouve en couches intercalées dans des calcaires appartenant au terrain crétacé inférieur.

En suivant la rive gauche du ruisseau qui descend du hameau du Sourd au village de Celles, on aperçoit les affleurements de deux couches de ce minerai.

Analyse. La composition de ce minerai est la suivante :

Peroxyde de fer.	0,576
Carbonate de chaux.	0,089
Argile.	0,297
Eau de l'argile.	0,026
	0,988
Fonte à l'essai du minerai seul.	0,380
Fonte à l'essai du minerai mélangé avec 10 p. 0/0 de chaux carbonatée.	0,387

La fonte obtenue avec le minerai seul est grise, très-peu malléable : la scorie est bien fondue et se détache aisément du culot.

La fonte obtenue en mêlant le minerai avec 10 p. o/o de carbonate de chaux est blanche, cristalline, irrisée et caverneuse : elle est adhérente au laitier.

On a mélangé 5 grammes de minerai du Sourd avec 5 grammes d'un minerai de Rancié de richesse connue; on a ajouté au mélange, comme fondant, 15 p. o/o du poids du minerai du Sourd en carbonate de chaux : l'essai fait au même feu de forge que les deux précédents n'a point réussi.

4° *Scorie de la forge catalane de la Vexauelle*, près Vicdessos. — Cette scorie, obtenue à la troisième coulée, est bien boursouflée, d'une couleur bleu foncé; elle tient des fragments de charbon empâtés. La poudre est sensiblement attirable au barreau aimanté. **Caractères extérieurs.**

Cette scorie est de celles que les forgeurs rejettent dans le foyer catalan.

La composition donnée par l'analyse est la suivante : **Analyse.**

Silice.	0,305
Protoxyde de fer. . . .	0,381
Protoxyde de manganèse.	0,195
Chaux.	0,042
Magnésie.	0,027
Alumine.	0,030
	0,980
Fonte à l'essai.	0,310

La fonte obtenue est grise, à grain fin, et sensiblement malléable.

Essai par voie humide de quelques minerais de fer.

1° *Minerai de fer de Ransal* (vallée d'Andorre). — Ce minerai est compacte, d'une texture fibreuse : la poussière est insensible à l'action du barreau aimanté; il a l'apparence d'une hématite brune. **Caractères minéralogiques.**

Il se trouve près du faîte de la chaîne des Pyrénées, sur le versant méridional. Il forme un filon d'une allure peu régulière, présentant des renflements fréquents analogues à ceux du gîte de Rancié. **Gisement.**

Résultats de l'essai.

L'essai par voie humide a donné les résultats suivants :

Argile insoluble dans l'acide muriatique.	0,110
Eau.	0,092
Matières solubles dans l'acide muriatique.	0,798
	1,000

Ce minerai n'est pas calcaire : les matières solubles dans l'acide muriatique se composent de peroxyde de fer et d'oxyde de manganèse dans une faible proportion.

Ce minerai est traité dans les forges catalanes du pays neutre d'Andorre : on grille le minerai avant de le passer au foyer catalan, ce qui réduit de six heures à quatre la durée de l'élaboration du massé.

Les fers obtenus par le traitement du minerai de Rousol sont vendus en Espagne au marché de la Seu-d'Urgel.

2° *Minerai de fer de Molcs* (vallée d'Andorre).

Caractères extérieurs.

— Ce minerai, ressemblant beaucoup au précédent pour les caractères extérieurs, provient d'une mine voisine de celle de Rousol.

Gisement.

Il constitue un filon d'un mètre de puissance environ, qui marche parallèlement à un filon quartzeux très-puissant qu'on voit affleurer au sommet de la montagne.

Composition.

L'essai par voie humide a donné la composition suivante :

Argile insoluble dans l'acide muriatique.	0,043
Eau.	0,110
Matières solubles dans l'acide muriatique.	0,857
	1,000

Ce minerai n'est pas calcaire : sa grande richesse, la présence du manganèse dans sa compo-

sition le rendent très-propre à être traité avantageusement par la méthode catalane.

Il est grillé, de même que le minerai précédent, avant d'être soumis au traitement direct.

3° *Minerai de fer de Larcat*, commune de Larcat, canton des Cabannes, arrondissement de Foix. — Ce minerai de fer est compacte, de couleur brune : il renferme dans sa masse des lamelles de fer oligiste micacé. Caractères minéralogiques.

Le gisement de ce minerai, qui fait partie de la concession de Château-Verdun, est aujourd'hui inexploité; il alimentait autrefois, à une époque assez reculée, les forges de la vallée d'Asthon et de la Haute-Ariége. Ainsi, il est dit, dans les anciens règlements des mines de Rancié, que plusieurs mesures sont prises d'après l'exemple de ce qui avait été pratiqué à Château-Verdun. Gisement.

L'essai a donné les résultats suivants : Résultats de l'essai.

Argile insoluble dans l'acide muriatique.	0,031
Eau.	0,062
Matières solubles dans l'acide muriatique.	0,907
	1,000

On a recherché la présence du soufre par une attaque au creuset d'argent, et on n'en a pas trouvé de trace.

La richesse de ce minerai, la bonne qualité, le rendent très-propre au traitement catalan : comme on le voit en place dans plusieurs des anciens vides de Larcat, ce gisement sera sûrement exploité avec succès du moment où l'abondance des mines de Rancié ira en diminuant.

4° *Minerai de fer de Saint-Sauveur*, près Foix. — Ce minerai, d'une couleur rouge san- Caractères extérieurs.

guine, a l'apparence d'une argile ferrugineuse à nodules ferrugineux.

Gisement. Il forme une couche presque verticale intercalée dans le calcaire de la montagne de Saint-Sauveur, qui domine le château de Foix.

Composition des nodules :

Argile.	0,290
Eau.	0,075
Peroxyde de fer. .	0,635
	1,000

Composition de la masse :

Argile.	0,520
Eau.	0,135
Peroxyde de fer. .	0,345
	1,000

Ce minerai, qui est pauvre, pourrait être mêlé avec avantage avec le minerai de Rancié, si jamais l'on traitait celui-ci au haut-fourneau.

Analyse immédiate et pouvoir calorifique d'une houille de Rimaret, canton et arrondissement de Saint-Girons.

Caractères minéralogiques. Cette houille est d'un noir brillant, à cassure irrégulière ; elle tache les doigts et laisse sur le papier une trace brune un peu ocreuse.

Elle brûle difficilement d'une manière complète, ce qui tient à la forte proportion de cendres : la combustion dégage une odeur sensible d'acide sulfureux.

Gisement. Cette houille forme une couche au milieu des assises d'un calcaire jurassique ; elle est en relation avec une couche de ce terrain qui a l'aspect extérieur de l'oolithe ferrugineuse.

L'analyse a donné les résultats suivants : Analyses.

Charbon.	0,47
Cendres.	0,32
Matières volatiles.	0,21
	1,00
Plomb avec la litharge. .	21,8

Analyse d'une eau minérale d'Auzat (vallée de Vicdessos.)

Cette eau provient d'une source située sur la rive gauche du torrent qui descend à Cluzat par la vallée de Saleix, à 500 mètres environ du village d'Aurat.

L'analyse quantitative en a été faite sur le résidu de l'évaporation de deux litres. En rapportant les résultats de cette analyse à un litre, on a le tableau suivant, indiquant la composition de l'eau minérale. Analyse quantitative.

	gr.
Argile.	0,111
Silice gélatineuse.	0,006
Sulfate de magnésie. . . .	0,018
Chlorure de magnésium. .	0,044
Chlorure de calcium. . . .	0,023
	0,202

LABORATOIRE DE SAINT-ÉTIENNE,

Dirigé par M. *R. Galle*, ingénieur en chef, directeur de l'École des mineurs de Saint-Etienne.

Analyses faites par M. E. Gruner, sous la direction de son frère, professeur à l'Ecole des mineurs.

a) *Analyse d'un fer carbonaté des houillères éminemment phosphoreux.*—L'échantillon pro-

vient du puits Saint-André, concession de Méons (bassin houiller de Saint-Etienne). Le minerai forme un banc continu d'environ 1 mètre de puissance au toit immédiat d'une couche de houille exploitable. C'est le seul point du bassin houiller de la Loire où le minerai lithoïde se présente sous cette forme. Ailleurs il ne se rencontre qu'en rognons isolés au milieu d'un schiste charbonneux. Cette différence de gisement paraît liée à une différence dans la nature du minerai. Les minerais lithoïdes ordinaires, en rognons, du bassin houiller de la Loire, renferment au plus 0,01 d'acide phosphorique, tandis que le minerai du puits Saint-André contient 0,06 et même jusqu'à 0,10 d'acide phosphorique, et cet acide est très-probablement combiné à la chaux à l'état d'*apatite*.

Nous devons observer ici que le minerai dont M. Berthier donne l'analyse, dans son traité sur la voie sèche, sous le nom de *minerai des houillères du Craut*, provient de la même couche, mais d'un autre puits. Il renferme aussi jusqu'à 0,06 d'acide phosphorique.

Le minerai est très-compacte et dur, gris foncé, grenu et presque cristallin. Les fissures sont tapissées de nombreux grains pyriteux.

L'analyse a donné :

Carbonate de fer.	0,476
Carbonate de magnésie. .	0,030
Carbonate de manganèse.	traces.
Chaux.	0,124
Acide phosphorique. . .	0,102
Pyrites de fer.	0,005
Argile et sable.	0,199
Eau et bitume.	0,064
	1,000

La proportion de chaux qui formerait, avec 0,102 d'acide phosphorique, le phosphate $\dot{C}a^3, \dddot{\ddot{P}}$ (apatite) serait de 0,122.

Ainsi très-probablement 0,002 seulement de chaux se trouvent dans le minerai à l'état de carbonate.

Le minerai fut essayé avec 15 p. 0/0 de castine. On obtint 26,9 p. 0/0 de fonte blanche très-cristalline, dure et cassante, avec quelques soufflures. La scorie était aussi éminemment cristalline, et cette structure est due sans aucun doute à la présence de l'acide phosphorique, car s'il avait été complétement réduit dans l'essai, on aurait obtenu au moins 29 p. 0/0 de fonte phosphoreuse.

Ce minerai, malgré sa mauvaise qualité, est ajouté en faible proportion aux lits de fusion des hauts-fourneaux de Terre-Noire et de l'Orme.

Associée au minerai, on trouve au puits Saint-André une masse terreuse d'un blanc sale à structure fibreuse. C'est un mélange intime de phosphate de chaux et d'argile en excès.

Essai d'un fer oxydé rouge de Bessège (Gard).

Ce minerai appartient à la même formation que les gîtes de la Voulte et de Privas, c'est-à-dire à l'*oxford-clay*, et a effectivement les plus grands rapports avec le minerai agathisé de la Voulte. Il est très-dense et dur, gris avec poussière rouge, à cassure inégale et conchoïde, parsemé de très-petits cristaux de quartz.

10 grammes de minerai soumis à l'essai et cor-

respondant à 9$^{gr.}$,95 de minerai calciné ont été fondus avec :

gr. 0,65 d'argile hydratée équiv. à gr. 0,55 d'arg. calcinée	}	gr. 0,94
0,70 de carbonate de chaux éq. à 0,39 de chaux. . .	}	
Poids des matières soumises à l'essai. . . .		10,89

On a obtenu

Culot de fonte. . . .	6,28	}	8,30
Laitier.	2,02	}	
	8,30	Oxygène. .	2,59
Gangue argilo-quartzeuse. . .	1,08		

La fonte est grise, de bonne qualité et se laisse un peu aplatir sous le marteau. La scorie verdâtre, enfumée, mais parfaitement vitrifiée.

Essai comparatif de deux houilles de forge du bassin de Saint-Etienne.

Ces essais ont été faits comme ceux qui furent décrits dans les *Annales des Mines*, t. I, 1842, p. 701 ; seulement on a de plus déterminé la proportion de soufre.

On a trouvé sur 100 parties de houille

	Parties volatiles.	Coke.	Cendres	Soufre.	Cendres dans 100 p. de coke.
Houille menue du Gagne-petit, 5e couche. . . .	31,77	68,23	9,55	0,54	14,00
Houille menue de Montheil, 3e couche. . . .	29,94	70,06	5,95	1,05	8,50

La première houille contient 35,12 de parties

volatiles, sur 100 de matière combustible sans cendres, et la seconde 31,83.

Les cendres sont légèrement brunes, surtout celles de la couche de Montheil. Les deux houilles ont à peu près la même valeur dans le commerce; ce sont des houilles maréchales ou de *forge* de qualité médiocre, du moins quand on les compare aux véritables charbons de forge de Saint-Étienne.

Essai d'une houille du terrain crétacé des environs de Thonon (Savoie).

C'est une houille très-bitumineuse et à longue flamme répandant en brûlant l'odeur caractéristique des lignites. Sa poussière est brune.

On a trouvé sur 100 de houille en morceaux,

Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Cendres sur 100 de coke.
35,2	64,8	14,32	22,10

Dans 100 de houille sans cendres, il y a donc 41,08 de matières volatiles.

Les cendres sont d'ailleurs composées de

Argile.	73,51
Sulfate de chaux. . .	12,79
Carbonate de chaux.	13,70
	100,00

Deux essais à la litharge, sur 1 gramme de houille ont donné l'un 22$^{gr.}$,39 et l'autre 21$^{gr.}$,68 de plomb dont la moyenne correspond à 5018 calories, tandis que les bonnes houilles de Saint-Etienne fournissent de 6000 à 6500 calories.

Houilles de Graissessac, bassin de Saint-Gervais (Hérault).—Il existe dans ce bassin deux

classes de combustibles, une houille anthraciteuse et une houille proprement dite. L'essai a été fait principalement en vue de savoir s'il serait possible de réduire le menu en coke. Les essais ont été faits sur de la houille en morceaux.

Les résultats obtenus sont :

	Sur 100 p. de houille.			Dans 100 p. de coke.	Parties volatiles dans 100 p. de houille sans cendres.
	Parties volatiles.	Coke.	Cendres.	Cendres.	
Pour la houille anthraciteuse. .	14,84	85,16	14,05	16,50	17,36
Houille grasse. . .	31,20	68,80	15,30	22,25	36,83

La houille anthraciteuse éclate en une multitude de petits fragments, lorsqu'elle est brusquement chauffée. Portée lentement au rouge elle ne change point d'aspect, mais se fendille un peu.

La seconde espèce donne un coke argentin bien fondu, un peu fragile. C'est une houille grasse à longue flamme dont le menu sera facile à transformer en coke. La proportion de cendres, quoique considérable, ne s'opposera pas à l'emploi de ce combustible dans un haut-fourneau.

Il est probable aussi que l'on pourrait carboniser un mélange des deux houilles, comme cela s'est pratiqué au Creusot.

Eau des mines de Montheil, employée pour l'alimentation d'une chaudière à vapeur.

On a analysé cette eau pour connaître la proportion d'eau ammoniacale de l'usine à gaz nécessaire à sa neutralisation.

On a trouvé que 1000 grammes d'eau contenaient :

	gr.
Acide sulfurique.	0,84
Chaux.	0,317

Et des traces à peine sensibles d'alumine et de fer.

Or ces 0gr.,317 de chaux neutralisent 0gr.,446 d'acide sulfurique ; il reste par suite sur 1000 gr. d'eau 0gr.,394 d'acide sulfurique libre à neutraliser par l'eau ammoniacale.

Essais sur les argiles à pouzzolane.

On a fait quelques essais pour vérifier le fait découvert par M. Vicat : *qu'une argile donne une pouzzolane d'autant plus énergique qu'elle est plus pure.*

1° On a calciné pendant 8 à 10 minutes au rouge sombre de *l'argile réfractaire pure du Teil.*

Une partie de cette pouzzolane, ainsi préparée, a été mêlée avec une proportion un peu plus forte de chaux grasse caustique, et le mélange fut gâché avec un peu d'eau, puis mis au fond d'un verre à pied, et cinq minutes après couvert d'eau. Le mortier se solidifia sans se gercer ; au bout de dix jours, il était dur et après trois mois de séjour dans l'eau, il avait acquis la dureté d'un bon ciment. L'eau qui surnageait le mortier ne fut jamais sensiblement alcaline. Une partie de ce mortier, traitée par l'acide chlorhydrique, ne dégagea que fort peu d'acide carbonique et laissa un abondant résidu de silice gélatineuse, soluble dans la potasse, mêlé à un peu de sable fin quartzeux. Dans la dissolution acide, outre la chaux, on trouva beaucoup d'alumine ; tandis que

la pouzzolane seule n'est pas sensiblement attaquée par l'acide chlorhydrique. L'action de la chaux caustique sur l'argile faiblement calcinée est donc manifeste.

2° On opéra de même sur de l'*argile jaune ordinaire*, appartenant au *diluvium*, et servant dans l'arrondissement de Saint-Etienne à la fabrication des briques et des tuiles.

Le mortier s'échauffa au moment de l'immersion, et durcit en moins de cinq minutes; mais la dureté n'augmenta pas, et après trois mois il avait seulement la consistance du talc tendre; de plus, l'eau fut longtemps très-alcaline. Le mortier, soumis à l'acide chlorhydrique, donna cependant de la silice gélatineuse, et de l'alumine, mais le dégagement de l'acide carbonique fut plus considérable.

En résumé on voit que dans les deux cas, la *pouzzolane a été attaquée par la chaux caustique*, et que de plus, comme l'a avancé M. Vicat, *une argile donne une pouzzolane d'autant plus énergique qu'elle est moins mêlée de substances étrangères*.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

Minières de fer.

Lorsque des parts ont été attribuées à un certain nombre d'usines dans des minières de fer, et que l'une de ces parts est devenue vacante par la renonciation de l'un des affouagers, d'autres forges peuvent être admises à en profiter.

C'est au préfet qu'il appartient d'accorder cette affectation, conformément aux dispositions de la loi du 21 *avril* 1810, *sous l'approbation du ministre, quand il y a lieu, et sauf recours au conseil d'État en cas de réclamations.*

Un arrêté du gouvernement, du 15 pluviôse an XI, et un décret impérial du 24 août 1811, ont attribué à un certain nombre de hauts-fourneaux la faculté de s'approvisionner dans les minières de fer de Saint-Pancré, département de la Moselle. Une part a en même temps été réservée au département de la guerre pour le service des arsenaux.

Dans ces dernières années le département de la guerre a fait connaître que l'artillerie renonçait à une portion de son contingent.

Trois maîtres de forges se sont présentés pour en profiter, savoir :

Les propriétaires de l'usine d'Herserange;

Les fermiers des hauts-fourneaux de Longuyon et Lopigneux;

Les propriétaires des hauts-fourneaux de Gorcy.

Les deux premiers de ces établissements étaient déjà au nombre des forges usagères de Saint-Pancré. Longuyon

et Lopigneux avaient nommément été désignés dans l'arrêté de l'an XI et le décret de 1811. Herserange avait été admis en 1823 parmi les affectataires, en remplacement d'un ancien haut-fourneau, celui de Berchiwé, qui avait cessé de faire partie des établissements français. Quant au fourneau de Gorcy, nouvellement construit près de ces minières, il n'y possédait aucun affouage.

Les ingénieurs des mines et le préfet de la Moselle ont proposé de donner à ce haut-fourneau la préférence pour l'affectation restée libre, comme étant celui qui, dans la situation des choses, en avait le plus besoin. L'usine de Gorcy, en effet, se trouvait obligée de s'alimenter à des prix très-élevés dans des terrains éloignés; elle seule n'avait point de ressources assurées, tandis que les deux autres en étaient pourvues.

L'arrêté du préfet de la Moselle a été approuvé, sur l'avis du conseil général des mines, par décision du ministre des travaux publics, du 27 juillet 1840. On n'a point, toutefois, admis la nouvelle usine à titre d'affectataire et comme pouvant jouir au même droit que les anciens hauts-fourneaux; on lui a donné, conformément aux dispositions de la loi du 21 avril 1810, la permission d'exploiter dans des terrains qui devenaient disponibles par l'abandon qu'en faisait le département de la guerre. La durée de cette permission a été fixée à cinq années.

Les fermiers de Longuyon et Lopigneux ont réclamé contre cette décision. Leur réclamation a été rejetée par le ministre, le 14 juillet 1841.

M. le comte d'Hoffelize, propriétaire de ces usines, s'est pourvu au conseil d'État.

Il a contesté que l'on pût admettre le fourneau de Gorcy à extraire à Saint-Pancré, parce qu'il n'était pas au nombre des forges désignées dans l'arrêté de l'an XI et le décret de 1811. Il a prétendu que cet arrêté et ce décret avaient affecté ces minières auxdites usines, à l'exclusion de toute autre, de telle sorte que quand même des parts deviennent vacantes, aucun nouveau fourneau ne peut être autorisé à venir s'y approvisionner. Il a invoqué aussi les anciens édits et arrêts qui ont précédé ces mêmes actes, comme établissant au profit des seuls affouagers la faculté d'exploiter.

Ni l'arrêté de l'an XI, ni le décret de 1811 n'ont eu

pour objet, pas plus que les édits ou arrêts antérieurs, d'inféoder les gîtes de Saint-Pancré à quelques exploitants. Ils ont réglé, suivant les circonstances, des questions de voisinage, faisant participer de nouvelles usines aux produits de ces minières lorsque les besoins publics l'exigeaient. Ce sont des actes réglementaires qui ont admis certains maîtres de forges à s'approvisionner, selon des proportions déterminées, sur ces gîtes, mais sans leur en conférer la jouissance exclusive, sans leur en accorder la propriété, ce qui eût été contraire au régime spécial des minières.

Les gîtes de Saint-Pancré étaient autrefois compris dans les Etats de Lorraine.

Un édit du duc Léopold, du mois d'août 1699, soumit l'exploitation des mines de fer dans cette contrée à un régime semblable à celui que, quelques années auparavant, avait institué en France l'édit de Louis XIV, de 1680. Les propriétaires qui avaient du minerai dans leurs fonds furent tenus d'établir des fourneaux pour le traiter eux-mêmes ; sinon il était permis au maître de forges le plus voisin de l'exploiter, en payant une indemnité au propriétaire.

C'est par suite de ces dispositions que les forges de Longuyon et Lopigneux furent primitivement admises à exploiter dans les minières de Saint-Pancré dont elles se trouvaient à proximité.

Leur droit à s'y approvisionner fut confirmé, après la réunion de la Lorraine à la France, par un arrêt du 23 juillet 1755.

Par un autre arrêt du 15 décembre 1767, permission fut donnée aux propriétaires de la manufacture d'armes de Charleville d'extraire à Saint-Pancré 1800 voitures de minerai pour leur forge de Berchiwé, au pays de Luxembourg.

Le 22 février 1780, les forges de Stenay, appartenant au prince de Condé, étaient admises aussi à exploiter. L'arrêt approuvait des traités passés à cet effet entre les régisseurs desdites forges et diverses communes de la circonscription de Saint-Pancré.

Enfin un arrêt du 15 avril 1784 approuva une transaction qui était intervenue entre les propriétaires de la manufacture d'armes de Charleville et les propriétaires

de Longuyon et Lopigneux, et réduisit à 1500 voitures, conformément à cette transaction, l'affectation accordée en 1767 pour la forge de Berchiwé.

Ainsi, dès cette époque, les minières de Saint-Pancré n'étaient nullement considérées comme étant la possession des premières usines qui avaient été autorisées à s'y alimenter. D'autres forges obtenaient la même faculté : il y avait bien une espèce de privilége reconnu, mais non un privilége exclusif.

Lors de la révolution, les forges usagères de Saint-Pancré étaient celles de Longuyon et de Lopigneux, de Berchiwé, de Stenay.

Bientôt un grand nombre de prétendants, à la faveur du régime nouveau qu'avait introduit la loi sur les mines, du 28 juillet 1791, se présentèrent pour exploiter à Saint-Pancré, et y entreprirent des travaux. Ces extractions multipliées, faites sans ordre, compromettaient l'avenir des gîtes : il fallait remédier à ces abus. La loi du 10 juin 1793, relative au partage des terrains communaux, mettait en réserve (art. 9, section I) les terrains qui renfermeraient des mines, minières, carrières et autres productions minérales dont la valeur excéderait celle de la surface, ou qui seraient reconnues d'une utilité générale soit pour la commune, soit pour la république. Les minerais de Saint-Pancré étaient disséminés pour la plus grande partie dans des terrains communaux. L'administration considéra qu'il était de son devoir de prévenir la dilapidation de ces minerais et de fixer le nombre des établissements qui pouvaient en obtenir. Elle considéra aussi qu'elle devait pourvoir, par cette répartition, aux besoins des services publics en vue desquels elle allait l'opérer, tout en maintenant les usines qui s'étaient établies anciennement et qui avaient un droit acquis.

C'est ce que firent l'arrêté de l'an XI et le décret de 1811.

Ils désignèrent les hauts-fourneaux qui pourraient s'approvisionner à Saint-Pancré et réglèrent la part de chacun d'eux. Dans cette répartition, les anciens droits furent respectés ; Longuyon et Lopigneux, Berchiwé, Stenay conservèrent leurs affectations primitives. Mais, en même temps, d'autres exploitants furent admis, parce que de nouveaux besoins s'étaient manifestés. Le haut-

fourneau de Dorlon eut une part; un contingent fut accordé à l'artillerie. En un mot, l'on procéda d'une manière analogue à ce qui est prévu dans l'article 64 de la loi du 21 avril 1810, lequel porte qu'en cas de concurrence entre plusieurs maîtres de forges pour l'exploitation dans un même fonds, le préfet déterminera, sur l'avis des ingénieurs des mines, les proportions dans lesquelles chacun d'eux pourra exploiter.

Si l'on statua en cette circonstance par des règlements d'administration publique, c'est que les actes intervenus jusqu'alors pour ces minières étaient émanés de l'autorité souveraine. Mais cela n'a nullement changé le caractère de ces dispositions ni la nature des droits qu'elles ont maintenus ou conférés, et qui n'étaient, comme on vient de le voir, que des droits d'usage, des permissions d'exploiter suivant telles ou telles parts assignées, et non des titres de propriété.

Que devait-on donc faire, lorsque quelques-uns des exploitants cessaient de prendre leur contingent? L'attribuer aux usines restantes, c'eût été évidemment créer un monopole non moins contraire à la loi qu'à l'équité. Dans ce système, si par la suite des temps, de révolutions commerciales, plusieurs hauts-fourneaux usagers venaient à s'éteindre, une ou deux usines pourraient donc se trouver seules en possession de ces minières, détruire toute concurrence. De pareilles prétentions seraient exorbitantes. Chaque usine usagère a droit à la quantité de minerai qui lui a été attribuée. Sa part satisfaite, elle ne peut prétendre au contingent des autres. Lorsque ce contingent devient disponible, l'administration a le droit et le devoir d'en faire profiter d'autres forges dont les besoins sont constatés.

C'est ce qui avait eu lieu déjà, quand le fourneau de Berchiwé a été séparé du territoire français : on a partagé alors entre deux nouvelles usines, celles d'Herserange et de Chauvency, les 1500 voitures qui lui étaient réservées.

On devait procéder de même, quand, en ces derniers temps, l'artillerie a renoncé à une portion de son affouage. Cette portion rentrait dans le domaine commun. Il appartenait à l'administration, aux termes de la loi de 1810, de lui donner une destination. On a dû pourvoir aux appro-

visionnements d'une nouvelle forge utile au pays, et repousser des exigences qui n'étaient dictées que par des intérêts personnels et un esprit de rivalité.

On soutenait, dans la requête au conseil d'État, que les droits conférés par les anciens édits et arrêts avaient été acquis à titre onéreux, attendu que les affectataires avaient été obligés, pour pouvoir exploiter à Saint-Pancré, d'établir des hauts-fourneaux. Sans doute ce fut une condition de leur jouissance; mais en quelle autre qualité auraient-ils pu avoir la faculté d'extraire dans ces terrains, dont ils n'étaient ni propriétaires, ni concessionnaires, si ce n'est en qualité de maîtres de forges, comme possédant des usines pour en utiliser le minerai? Ce n'est point là ce qu'on peut appeler un droit acquis à titre onéreux; c'était seulement une condition necessaire pour l'exercice du droit; et, dans tous les cas, il n'en pourrait résulter que l'un de ces anciens usagers fût fondé à revendiquer aujourd'hui une part plus étendue que celle dont ses auteurs avaient joui.

On ajoutait que l'ordonnance du 18 février 1836, qui a autorisé le haut-fourneau de Gorcy, porte que cette autorisation est accordée sous la réserve des droits des maîtres de forges qui s'approvisionnent à Saint-Pancré. Il suit uniquement de cette clause que l'usine de Gorcy n'aurait eu à réclamer aucun affouage dans ces minières, s'il eût été question de le prendre au préjudice du contingent des autres usines. Mais on a pu très-bien attribuer à ce haut-fourneau les minerais dont l'artillerie ne voulait plus faire emploi et qui devenaient libres par cette renonciation : on ne portait ainsi aucune atteinte aux droits acquis, et l'on procédait conformément à l'équité et aux prescriptions de la loi.

M. d'Hoffelize objectait aussi que l'autorité administrative avait paru reconnaître elle-même, en 1833, aux maîtres de forges usagers de Saint-Pancré, des titres de propriété, en ce qu'elle avait refusé, à cette époque, d'accueillir des demandes de quelques communes, propriétaires de terrains dans l'enceinte de ces minières, d'opérer les extractions à leur compte et de vendre à des usines de leur choix. Ce ne fut pas du tout parce qu'on regardait les maîtres de forges comme concessionnaires que les demandes dont il s'agit furent rejetées. On considéra que l'arrêté de l'an XI et le décret de 1811, en obligeant les exploitants à

payer aux communes des indemnités pour la valeur du minerai, et pour l'occupation du sol, assuraient à ces dernières tous les avantages auxquels elles peuvent prétendre; que, d'un autre côté, le maintien du régime de Saint-Pancré importait sous plusieurs rapports à la bonne exploitation de ces gîtes. On eut aussi égard, comme on le devait, aux titres qu'ils avaient créés pour les usagers; mais on n'a nullement considéré ces titres comme des actes de concession. Les mines seules sont concessibles; ici il ne s'agit que de minières, lesquelles, aux termes de la loi, ne peuvent être l'objet que de simples permissions. Du reste, ce n'était guère, ce semble, au propriétaire d'un des hauts-fourneaux qui sont nommément admis à profiter du minerai de Saint-Pancré, à se faire une arme contre l'administration, de ce que, dans des vues d'équité et de protection pour ces usines, elle n'avait point cru devoir céder aux instances qui étaient faites alors par les propriétaires de terrains pour l'abolition de ce régime. Dans ces deux affaires, elle est restée conséquente avec elle-même. Elle a constamment reconnu les titres des usagers; mais ce qu'elle a dû soutenir, c'est que ces titres ne sont point exclusifs; que l'un des exploitants se retirant, on peut admettre à sa place une autre usine, parce que chacun d'eux n'a droit qu'au contingent qui lui a été assigné, que rien de plus ne lui a été conféré par l'arrêté de l'an XI et le décret de 1811, et par les actes antérieurs. Cela est même si vrai que, aux termes de l'art. 2 de l'arrêté de l'an XI, le département de la guerre avait la faculté de céder à d'autres forges son affectation, et que l'article 8 de cet arrêté a rangé formellement parmi les usines qui pourraient exploiter à Saint-Pancré celles que l'artillerie se subrogerait. Ainsi, au lieu d'abandonner simplement son affouage, l'artillerie aurait pu le transporter à d'autres forges, et c'est ce qu'elle a fait à plusieurs époques. Par conséquent on n'a jamais entendu que si ce contingent devenait vacant, il ne dût profiter qu'aux autres usagers désignés dans l'arrêté de l'an XI et dans le décret de 1811.

Enfin, M. d'Hoffelize attaquait, comme incompétemment rendue, la décision de 1840, en ce que, suivant lui, la nouvelle affectation n'aurait pu résulter que d'une ordonnance royale. On conçoit qu'une ordonnance aurait effectivement été indispensable, s'il eût été question de

modifier ou de rapporter le régime de Saint-Pancré. Mais il était bien évident que la décision de 1840 n'avait nullement eu cet effet. Elle ne portait aucune atteinte à l'ordre de choses établi ; elle ne changeait ni les proportions des extractions, ni les conditions de jouissance. Seulement, des minerais étant devenus libres, on a permis, conformément aux dispositions de la loi de 1810, à l'usine de Gorcy de les exploiter. Aux termes des articles 59 et suivants de ladite loi, c'est aux préfets qu'il appartient d'autoriser les extractions de minerais, et, conséquemment, au ministre d'approuver ou infirmer ces autorisations, sauf recours au conseil d'Etat.

La décision de 1840 avait donc statué, sous tous les rapports, conformément aux règles de la matière. Elle avait fait une juste appréciation des droits et des intérêts de chacun ; elle était parfaitement régulière en la forme et au fond.

C'est ce qui a été reconnu par le conseil d'Etat. Une ordonnance royale du 14 décembre 1844 a rejeté, comme mal fondé de tous points, le pourvoi qui avait été formé contre la décision du ministre (1).

CARRIÈRES.

Les arrêtés des préfets, compétemment rendus en matière de carrières, ne peuvent être déférés directement au conseil d'État.

Ces exploitations sont soumises à la surveillance des préfets, et il leur appartient de les interdire lorsqu'elles sont reconnues dangereuses.

Le sieur Cissac a demandé en 1841 l'autorisation d'exploiter une carrière de pierre à bâtir au lieu dit *Les Sablons*, dans la commune de Gentilly, département de la Seine.

Cette permission lui a été accordée par arrêté du préfet, du 22 avril 1842.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 697.

L'exploitation ouverte par le sieur Cissac se trouvait dans le voisinage du puisard qui reçoit les eaux et immondices de l'hospice de Bicêtre.

L'administration des hospices a réclamé, en représentant que cette exploitation aurait de graves inconvénients pour cet établissement. Elle a invoqué un ancien arrêt du conseil, du 27 juin 1789, lequel interdisait de pratiquer des ouvertures dans la partie de la plaine de Gentilly où existe ce puisard, et un arrêté du préfet de la Seine, du 8 juin 1803 (19 prairial an XI), qui avait renouvelé ces défenses en vertu dudit arrêt.

Les ingénieurs des mines ont exposé que les travaux du sieur Cissac étaient de nature à compromettre la conservation du puisard, et, par suite, la salubrité publique, en détournant l'écoulement des eaux. Ils ont conclu à ce que la permission fût retirée.

Le préfet a rapporté son arrêté du 22 avril 1843, par un autre arrêté du 31 août même année, faisant défense de continuer les travaux.

Le sieur Cissac s'est pourvu au conseil d'État. Il a attaqué la décision du préfet comme incompétemment rendue, comme entachée d'excès de pouvoir.

Ce recours était inadmissible.

Les arrêtés rendus par les préfets sur les objets dépendants de leurs attributions ne peuvent être déférés directement au conseil d'État, hors les cas spécialement déterminés par les lois. C'est devant le ministre que l'on doit se pourvoir.

L'exploitation des carrières a été soumise à la surveillance de l'administration par la loi du 21 avril 1810 et le décret organique du 18 novembre suivant.

Quand elle a lieu à ciel ouvert, elle est assujettie, d'après l'article 81 de la loi de 1810, à l'observation des lois ou règlements généraux ou locaux.

Lorsqu'elle s'opère par galeries souterraines, elle est soumise, aux termes de l'article 82, à la surveillance spéciale de l'administration, conformément au titre V de ladite loi, lequel charge les préfets de prendre, comme en matière de grande voirie, toutes les mesures nécessaires pour garantir la solidité des travaux, la vie des ouvriers et la sûreté publique.

L'instruction du 3 août 1810, relative à l'exécution de la loi du 21 avril, et le décret du 18 novembre 1810, ont également chargé les ingénieurs des mines d'assurer, dans toutes les carrières à ciel ouvert ou souterraines, sous les ordres des préfets et de l'administration supérieure, l'exécution des lois et règlements, et de veiller à tout ce qui peut y intéresser la sûreté ou la salubrité.

Dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, cette attribution résulte en outre des décrets généraux et spéciaux des 22 mars et 3 juillet 1813, contenant règlement pour ces exploitations.

Il appartient donc au préfet d'interdire les travaux reconnus dangereux, de retirer les permissions lorsque la conservation des propriétés publiques ou privées peut être compromise.

Une ordonnance royale du 24 décembre 1844 a rejeté la requête du sieur Cissac (1).

MACHINES A VAPEUR.

Il y a lieu de refuser l'établissement d'une machine et de chaudières à vapeur, lorsqu'il est constaté que ces appareils, malgré les conditions qui seraient imposées, occasionneraient de graves dommages aux propriétés voisines.

Le bruit causé par la machine est au nombre des incommodités qui peuvent motiver ce refus.

Les sieurs Béthune et Plon, imprimeurs à Paris, ont demandé, le 5 septembre 1843, l'autorisation de se servir dans leurs ateliers, situés rue Saint-Georges, de deux chaudières et d'une machine à vapeur qu'ils y avaient établies.

Cette demande a été instruite dans les formes prescrites par l'ordonnance du 22 mai 1843 relative aux appareils à vapeur.

Lors de l'enquête *de commodo et incommodo*, les pro-

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 700.

priétaires des maisons voisines ont formé opposition. Ils ont représenté que le bruit de la machine, augmenté par celui des presses qu'elle met en mouvement, la fumée qui s'exhale du fourneau des chaudières, leur causaient de très-grands dommages; que leurs maisons devenaient inhabitables; qu'elles se trouvaient en même temps exposées au danger d'incendie, en raison de l'exiguïté du local de ces chaudières et des masses de papier entassées dans les ateliers; qué le bruit, surtout, était d'autant plus incommode que la machine, employée à l'impression du journal *La Presse*, marchait de deux à cinq heures du matin.

A la suite de l'enquête, et sur le rapport des ingénieurs des mines, le préfet de police a pris, le 8 décembre 1843, un arrêté qui a rejeté la demande, attendu l'incommodité, pour le voisinage, résultant du bruit causé par l'appareil à vapeur.

Les sieurs Béthune et Plon se sont pourvus au conseil d'État contre cet arrêté. Ils ont contesté que le bruit occasionné par une machine à vapeur fût un motif suffisant d'interdiction. Ils ont invoqué à ce sujet une ordonnance rendue au contentieux en 1829 dans une affaire analogue, et où il est dit que « l'incommodité résultant du bruit » d'une presse mue par une machine à vapeur n'est pas au » nombre des motifs d'opposition qui peuvent être présen- » tés par les voisins. » Ils ont prétendu en outre que, dans l'espèce, les opposants auraient dû se pourvoir au conseil de préfecture.

Ces moyens n'étaient point fondés.

Et d'abord, en ce qui concerne la question de forme, l'arrêté du préfet était parfaitement régulier. Aux termes des articles 4, 11 et 79 de l'ordonnance du 22 mai 1843, les machines et chaudières à vapeur, tant à haute qu'à basse pression, ne peuvent être établies qu'en vertu d'une autorisation délivrée par le préfet du département, et, à Paris, par le préfet de police. Si l'autorisation est accordée et qu'il y ait des oppositions, les opposants peuvent se pourvoir devant le conseil de préfecture contre la décision du préfet. Mais si la permission est refusée, il ne peut évidemment y avoir lieu de leur part à ce pourvoi, ni à un recours quelconque, puisqu'ils obtiennent ce qu'ils réclamaient. C'est, au contraire, au demandeur,

dont la pétition a été rejetée, à former son recours au conseil d'État, ainsi que le porte l'article 11.

A l'égard du bruit produit par un appareil à vapeur, c'est là certainement, comme les inconvénients de la fumée, les exhalaisons insalubres, les dangers d'incendie, une chose qui peut être fort nuisible, et qui, par conséquent, peut, dans certains cas, être un motif pour qu'on refuse d'autoriser ces appareils. Le décret du 15 octobre 1810, sur les établissements insalubres ou incommodes, a compris implicitement cette cause d'interdiction sous l'expression générale d'*incommodité pour le voisinage*. Quant à l'ordonnance du 22 mai 1843, contenant règlement spécial pour les machines et chaudières à vapeur, elle a positivement entendu que lorsqu'il s'agirait d'accorder une permission, il serait tenu compte des divers inconvénients qui pourraient résulter de l'établissement de ces machines et chaudières. En effet, elle exige que les demandeurs fassent connaître, dans leur pétition, *le lieu et l'emplacement où ces appareils seront situés*, *la distance où ils se trouveront des bâtiments appartenant à des tiers et de la voie publique*, *le genre d'industrie auquel ils doivent servir*, *la nature du combustible dont il sera fait usage*, et elle prescrit des informations *de commodo et incommodo*. Si elle avait voulu seulement garantir contre les dangers d'explosion, elle se serait bornée à exiger les conditions de sûreté qui ont pour but de prévenir ces dangers; il n'eût pas été besoin d'enquête; il n'y aurait eu qu'à vérifier si lesdites conditions étaient remplies, et il eût suffi du rapport de l'ingénieur. Ses dispositions indiquent qu'elle a voulu encore, comme cela était juste et nécessaire, donner aux tiers d'autres garanties, qu'elle a bien entendu que tous les dommages qu'ils pourraient éprouver seraient pris en considération.

Aussi l'instruction de M. le ministre des travaux publics, du 23 juillet 1843 (1), relative à l'exécution de cette ordonnance, énonce-t-elle expressément « que le rejet de la demande peut être motivé sur les dommages » que l'établissement de l'appareil à vapeur causerait au » voisinage malgré les obligations particulières qui pour» raient être imposées au demandeur. »

---

(1) Voir *Annales des mines*, tome IV (4e série), page 779.

La décision de 1829 qu'invoquaient les sieurs Béthune et Plon, et d'après laquelle l'incommodité résultant du bruit d'une presse mue par une machine à vapeur n'est pas au nombre des motifs d'opposition qui peuvent être présentés par les voisins, avait été rendue dans des circonstances différentes de celles de l'espèce actuelle. Dans cette affaire, c'était du bruit des presses qu'on se plaignait et non de celui de la machine. Ici, au contraire, il a été constaté, lors de la visite des lieux, que le bruit de la machine était distinct du cliquetis des presses, qu'il se faisait entendre d'une manière très-intense dans les maisons voisines. Cet appareil, qui contribuait en outre à augmenter beaucoup le bruit des presses en leur donnant un mouvement plus rapide, était donc par lui-même une cause très-grave d'incommodité.

On avait examiné si l'on ne pourrait pas obvier en partie à cet inconvénient en faisant usage d'une machine à haute pression, sans condenseur et sans pompe à air, ce qui eût notablement diminué le bruit; mais la suppression du condenseur et de la pompe à air aurait exigé de porter la tension de la vapeur dans les chaudières au moins à 2 1/2 atmosphères; et alors ces chaudières, qui ont chacune une capacité de 1m.c., 319, se seraient trouvées dans la troisième des catégories établies par l'ordonnance du 22 mai 1843, et, d'après l'article 42 de cette ordonnance, on n'aurait pu les placer dans l'intérieur de cet atelier qui fait partie d'une maison d'habitation.

Il n'était donc pas possible, dans l'espèce, d'autoriser cet appareil à vapeur sans porter aux voisins des dommages considérables, et c'est par conséquent avec raison que le préfet avait refusé cette autorisation. Sans doute l'industrie doit être protégée, mais il ne faut pas que cette protection devienne pour la propriété une cause de ruine. Les sieurs Béthune et Plon pouvaient, sans de trop grands sacrifices, transférer leur atelier dans un autre quartier offrant un local plus convenable, tandis que les maisons auprès desquelles ils étaient venus se placer auraient été totalement dépréciées et rendues inhabitables.

Par ces motifs, et conformément à l'avis de la commission centrale des machines à vapeur, M. le ministre des travaux publics a conclu à ce que le pourvoi fût rejeté.

Le comité consultatif des arts et manufactures et M. le

ministre de l'agriculture et du commerce avaient conclu dans un sens différent; ils faisaient remarquer que tout inconvénient cesserait quant à la fumée, par l'obligation de ne brûler que du coke; qu'à l'égard du danger et du bruit, il n'y avait aucune crainte à concevoir d'une machine de trois chevaux de force seulement; que des machines d'une force beaucoup plus grande existaient dans divers quartiers de Paris; que l'ébranlement venait surtout des presses; que cet effet serait produit de quelque manière qu'elles fussent mises en mouvement, etc. Ces considérations n'ont point prévalu. Le conseil d'Etat a jugé que le pourvoi ne devait point être admis, et le rejet a été prononcé par une ordonnance royale du 14 décembre 1844 (1).

HOUILLE, CHARBONS.

Les combustibles employés dans les établissements industriels, pour la préparation des produits destinés au commerce général, sont exempts du payement des droits d'octroi.

L'ordonnance du 9 décembre 1814, porte, article 11 : « Aucun tarif d'octroi ne pourra frapper que sur des » objets destinés à la consommation des habitants du lieu » sujet. » L'article 148 de la loi du 28 avril 1816 a consacré d'une manière expresse cette disposition. Et il ajoute que : « il ne pourra être fait d'exception à cette règle que » dans des cas extraordinaires, *et en vertu d'une loi spé-* » *ciale.* »

Il résulte de cette dernière prescription qu'aucune matière, non passible en elle-même du droit d'octroi, ne peut y être, même temporairement, assujettie, sans l'intervention du pouvoir législatif.

C'est ce qui a été décidé par la cour de cassation, dans l'espèce suivante.

Le tarif de la ville de Douai avait soumis, pour un certain temps, à un droit d'entrée, les charbons destinés aux usines de la ville.

Sur le procès intenté au maire, en sa qualité de sur-

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 700.

veillant de l'octroi municipal, par l'un des marchands de charbon, le tribunal civil de Douai a prescrit l'admission en franchise (1)

Le maire s'est pourvu en cassation.

Son pourvoi a été rejeté par un arrêt du 27 novembre 1844, ainsi conçu :

« Attendu qu'aux termes de l'article 148 de la loi du 28 avril 1816, ne peuvent être soumis aux droits d'octroi que les objets destinés à la consommation locale, et qu'il ne doit être fait exception à cette règle que dans des cas extraordinaires et en vertu d'une loi spéciale ;

» Que par ces mots *consommation locale*, expliqués d'ailleurs par la législation antérieure et notamment par l'article 11 de l'ordonnance du 9 décembre 1814, on ne doit entendre que les objets destinés à satisfaire les besoins des habitants du lieu sujet, et non ceux qui se consomment dans les établissements industriels pour la préparation des produits destinés au commerce général ;

» Que l'ordonnance approbative du tarif de la ville de Douai a interprété dans ce sens la loi de 1816, puisqu'elle a reconnu en principe qu'il y avait lieu d'affranchir des droits d'octroi les charbons servant à l'alimentation des usines établies dans cette ville et dont les produits sont versés dans le commerce général ; que néanmoins elle a suspendu l'application du principe pendant plusieurs années et a soumis, par ce moyen, au payement des droits des denrées qui n'étaient pas destinées à la consommation locale ;

» Qu'en cela, cette ordonnance a statué sur un objet qui ne pouvait être réglé que par une loi spéciale, et qu'en le jugeant ainsi et en déclarant que les charbons introduits dans la ville de Douai par Blot devaient jouir immédiatement de l'affranchissement, le jugement attaqué s'est conformé aux dispositions de l'article 148 de la loi du 28 avril 1816 ;

» La cour rejette le pourvoi et condamne le demandeur à l'amende. »

---

(1) L'autorité judiciaire connaît, en matière d'octroi, des actions en nullité de saisie ou en restitution des objets saisis, des contraintes et restitution des sommes payées, etc. Ainsi jugé par de nombreuses décisions du conseil d'État.

VENTE DE CHARBON DE TERRE. PATENTE.

Lorsqu'un marchand de houille vend, à la fois, en gros et en détail, il est sujet à la patente de marchand en gros.

Les lois sur les patentes ont distingué entre les marchands en gros et les marchands en détail.

Les premiers sont imposés à un droit plus élevé.

Lorsqu'on exerce à la fois ces deux industries, c'est d'après celle qui donne lieu au droit le plus fort que la patente doit se régler.

Le sieur Fuzellier, marchand de houille dans le département des Ardennes, avait été maintenu, par un arrêté du conseil de préfecture, à la patente de marchand en gros pour l'année 1842.

Il s'est pourvu au conseil d'État. Il prétendait qu'on avait confondu le transport de la houille, des lieux d'arrivage dans ses entrepôts, avec les ventes effectuées et qu'il n'opérait, disait-il, qu'à l'hectolitre.

De son côté, l'administration des finances opposait que, d'après les vérifications des inspecteurs, le sieur Fuzellier avait plusieurs dépôts de houille; qu'une grande quantité de ce combustible avait été livrée par charretées et demi-charretées de 1500 et de 750 kilogrammes; que d'autres ventes avaient aussi eu lieu par quantités moins considérables; qu'ainsi il était tout ensemble marchand en gros et en détail, et devait, en conséquence, être imposé au plus fort droit.

La requête du sieur Fuzellier a été rejetée par une ordonnance du 6 décembre 1844 (1), attendu qu'il résultait de l'instruction que le réclamant exerçait la profession de marchand en gros; que dès lors c'était avec raison que le conseil de préfecture des Ardennes l'avait maintenu à la première classe des patentes pour l'année 1842.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 606.

CARRIÈRES. PATENTE.

Des cultivateurs qui exploitent accidentellement de la pierre dans leurs terrains, sans en faire leur profession habituelle, ne sont pas, par le fait de cette exploitation, imposables à la patente.

Les propriétaires fonciers qui vendent les récoltes de leurs terrains ne sont point considérés comme des commerçants, et par conséquent ne se trouvent point soumis à la patente.

L'article 32 de la loi du 21 avril 1810 a admis la même exception en ce qui concerne l'exploitation des mines.

Quant à l'exploitation des carrières, elle l'a laissée, sous ce rapport, dans les règles ordinaires.

La profession de carrier a été rangée, par les lois sur les patentes, au nombre des actes de commerce.

Mais le propriétaire qui ne fait point de cette exploitation sa profession habituelle, qui ne se livre qu'accidentellement à des extractions, peut-il, pour cela seul, être réputé commerçant?

La négative a été décidée dans l'espèce suivante.

Le sieur Retailleaud, cultivateur dans la commune de Dourhet, département de la Charente-Inférieure, avait été porté au rôle des patentes pour avoir extrait de la pierre sur son terrain et en avoir opéré la vente.

Il a réclamé devant le conseil de préfecture, en objectant qu'il n'était que simple cultivateur, s'occupant habituellement des travaux agricoles; que seulement, quand la saison ne lui permettait pas de se livrer à ces travaux, il exploitait de la pierre des parties stériles de son terrain.

Le conseil de préfecture a accueilli sa réclamation, en lui appliquant l'exception admise pour les propriétaires qui vendent les fruits de leurs récoltes.

Le ministre des finances a formé un pourvoi devant le conseil d'Etat contre cet arrêté. Il a représenté que la pierre n'était pas un produit agricole, que cette exploitation était une industrie, et que, lorsqu'on en faisait l'objet d'un commerce, elle devait être sujette à la patente.

Mais une ordonnance du 6 décembre 1844 (1) a rejeté ce pourvoi, par le motif qu'il ne résultait pas de l'instruction que le sieur Retailleaud exerçât la profession de carrier.

Deux autres décisions ont été rendues dans les mêmes termes sur des réclamations semblables qui avaient été formées par des habitans du même pays dans des circonstances identiques.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 697.

TABLE DES ARTICLES
DE JURISPRUDENCE
INSÉRÉS DANS LES ANNALES DES MINES
JUSQU'EN 1844 INCLUSIVEMENT;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines (1).

Droit régalien des mines. Propriété des mines (2).
(Voir *Redevances aux propriétaires de la surface.*) (3)

D'après l'ancien droit de la France, les mines étaient de droit régalien; au roi seul appartenait le droit de les concéder.

La rente consentie au profit d'un seigneur haut-justicier, pour prix du transport fait par lui à un tiers, de la concession qu'il avait obtenue du roi, n'avait aucun caractère de féodalité. Elle ne peut être considérée aujourd'hui comme supprimée par les lois qui ont aboli les redevances féodales.

3e série, t. XVI, p. 673.

Anciens arrêts. — Enregistrement.

1. Sous l'ancienne législation, l'enregistrement par les parlements des lettres patentes relatives à des concessions de mines n'était point une formalité nécessaire pour leur validité.

---

(1) La publication de ces articles remonte à l'année 1838. Ils ont eu pour but de porter à la connaissance des lecteurs des Annales non-seulement les espèces nombreuses et variées qui se sont présentées dans cette période, mais encore les décisions administratives et judiciaires intervenues à diverses époques sur des questions souvent compliquées et difficiles. En recueillant ainsi ces actes divers, en rapprochant le droit ancien et le droit nouveau, nous avons voulu offrir des notions utiles aux personnes que ces matières intéressent. Peut-être plus tard rattacherons-nous ces publications isolées à un ouvrage plus étendu. Éparses aujourd'hui dans vingt-deux volumes, il devenait indispensable de les classer méthodiquement pour en rendre la recherche facile. Nous avons, en nous livrant à ce travail, déféré au désir qu'un grand nombre de lecteurs des Annales nous ont témoigné.

(2) M. de Villefosse, dans son ouvrage de la *Richesse minérale*; M. Migneron, dans un article qui a paru dans les Annales (3e série, t. III, p. 633); M. de Bonnard (*Observations d'un mineur*, etc., 1816); M. Delebecque, aujourd'hui avocat général à la cour de cassation de Bruxelles, dans son *Traité sur la législation des mines, minières et carrières, en France et en Belgique*, et d'autres auteurs anciens et modernes ont écrit sur le droit régalien avec autant d'érudition que de talent. Aux actes depuis longtemps connus nous pourrons ajouter quelque jour des documents qui n'ont pas encore été publiés, et des détails curieux sur ce sujet si controversé.

(3) Nous avons également traité de la propriété des mines, dans le *Moniteur* du 19 novembre 1841, en rendant compte du *Cours de droit administratif* de M. Cotelle.

2. L'enregistrement pouvait être annulé par un acte du souverain, s'il contenait des dispositions restrictives mal fondées.

3ᵉ série, t. XI, p. 615.
— t. XIII, p. 764.

Concessions antérieures à la loi du 21 avril 1810.

1. Lorsqu'une ancienne concession n'a pas acquis force de chose jugée, et est restée soumise à des oppositions sur lesquelles il n'a pas encore été statué, l'ordonnance qui institue définitivement cette concession et en fixe les limites, peut réserver aux propriétaires du sol l'indemnité spécifiée par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810.

2. Les dispositions des art. 51 et 53 de la même loi, qui affranchissaient les anciens concessionnaires du payement de cette indemnité, ne sont pas, dans ce cas, applicables.

3ᵉ série, t. XI, p. 611.

1. Une concession de mine ne peut résulter que d'un acte positif portant institution de cette concession. La réserve faite par un ancien arrêt du conseil d'une portion d'un gîte minéral pour les approvisionnements d'une usine ne peut être considérée comme un partage de la concession primitive et comme ayant établi deux concessions distinctes.

2. Les titulaires d'une ancienne concession de plus de six lieues carrées, maximum fixé par la loi de 1791 pour l'étendue des concessions, qui n'ont pas fait réduire leurs limites conformément à cette loi, ont droit d'obtenir pour concession définitive une étendue de six lieues carrées. Il leur appartient de désigner la circonscription du périmètre qu'ils entendent conserver, pourvu qu'il ne dépasse pas cette étendue et qu'il ne comprenne que des exploitations dont ils étaient en jouissance à l'époque de la promulgation de la loi du 21 avril 1810. Mais le gouvernement, en délimitant la concession, a la faculté de modifier ce périmètre suivant ce qu'il juge le plus convenable à la bonne exploitation des mines; il n'est tenu que de déterminer les limites de manière qu'une surface de six lieues soit laissée aux concessionnaires.

3ᵉ série, t. XI, p. 615.

1. L'article 51 de la loi du 21 avril 1810, qui a rendu perpétuelles les concessions temporaires antérieures, ne s'applique qu'aux concessions qui ont pour objet des substances minérales que la loi déclare concessibles, c'est-à-dire qu'aux substances qu'elle a rangées dans la classe des mines.

2. Quant aux concessions qui ont été faites anciennement de substances qui ne sont plus aujourd'hui concessibles, les titulaires ne peuvent prétendre qu'à en conserver la jouis-

sance pendant la durée qui a été fixée dans les actes qui les ont instituées.

Lorsque l'acte relatif à une concession de ce genre n'a déterminé que provisoirement une certaine redevance, et a stipulé que celle qui serait payée à l'avenir devrait être réglée suivant le mode déterminé par la nouvelle législation à intervenir, on ne peut laisser aux concessionnaires la faculté de s'en tenir au taux provisoire de redevance indiqué dans leur titre. La perception doit avoir lieu conformément aux règles établies par cette législation nouvelle.

3e Série, t. XII, p. 633.

1. Il appartient au gouvernement de délimiter les anciennes concessions dont le périmètre n'a pas été défini avec précision dans le titre primitif, et lorsqu'il n'a pas été procédé à cette délimitation conformément à la loi du 28 juillet 1791.

2. L'article 53 de la loi du 21 avril 1810 est seul applicable à ces concessions. L'article 51 ne concerne que les titulaires qui ont exécuté la loi de 1791.

Le renvoi aux tribunaux ne peut avoir lieu que pour des contestations qui existeraient entre les titulaires de diverses concessions régulièrement définies.

3. Si un concessionnaire ne fait pas fixer ses limites, il doit y être procédé d'office par l'administration; s'il apporte du retard à se mettre en règle, il n'est point par ce seul fait déchu de sa concession.

4. De même l'interruption qui aurait eu lieu autrefois, pendant plus d'une année, dans ses travaux, n'est pas une cause de nullité qu'on puisse lui opposer.

D'après la loi de 1791, cette suspension de travaux était de nature à entraîner la révocation de la concession; mais l'annulation de la concession n'avait pas lieu de plein droit.

5. La disposition de la loi de 1791 relative à la délimitation des concessions anciennes leur est applicable à toutes, quelle que fût leur étendue. La loi de 1810 a renouvelé cette même prescription.

6. Les anciennes concessions sont soumises, comme les nouvelles, à toutes les conditions de sûreté et d'ordre public relatives à l'exploitation des mines en général; mais les titulaires ne sont assujettis envers les propriétaires du sol qu'à l'exécution des conventions qu'ils auraient faites avec eux et au payement des dommages causés par l'exploitation.

3e série, t. XIII, p. 749.

1. L'article 51 de la loi du 21 avril 1810, concerne exclusivement les anciens concessionnaires munis d'un titre régulier,

dont les concessions ont été délimitées conformément à ce qui était prescrit par la loi du 28 juillet 1791.

2. L'arrêt de 1698 qui avait permis aux propriétaires du sol d'exploiter les mines situées sous leurs terrains ne peut être regardé comme ayant conféré à ces exploitants un titre de concession dont leurs héritiers puissent se prévaloir aujourd'hui.

Tout ancien exploitant et tout concessionnaire dont les limites n'ont pas été fixées, doit se pourvoir, conformément à l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, à l'effet d'obtenir une concession qui détermine son périmètre.

3e série, t. XVIII, p. 758.

Les articles 51 et 53 de la loi du 21 avril 1810 ne sont point applicables aux anciennes concessions dont les travaux étaient complétement et depuis longtemps abandonnés avant la promulgation de cette loi. On doit les regarder comme périmées par le fait de cet abandon, et le gouvernement est libre d'en disposer de nouveau aujourd'hui.

3e série, t. XX, p. 644.

Recherches de mines. — Vente des produits. — Autorisation malgré le refus des propriétaires du sol. — Indemnités dues à ces propriétaires. — Surveillance, etc. (1).

Les substances minérales que l'on a extraites en faisant des travaux de recherches ne peuvent être livrées au commerce sans une autorisation préalable du ministre de l'intérieur, délivrée sur le rapport du directeur général des ponts-et-chaussées et des mines et après une instruction locale.

3e série, t. VII, p. 597.
— t. XVI, p. 689.

1. Lorsque deux personnes demandent à exécuter des recherches de mines sur un terrain appartenant à autrui et que le propriétaire ne donne son consentement qu'à l'une des deux, le gouvernement peut, en vertu de l'art. 10 de la loi du 21 avril 1810, autoriser celle qui s'est trouvée exclue à opérer les recherches avec l'autre concurrent, s'il juge que cela sera utile à l'intérêt public.

2. Dans le cas où il s'agit d'un terrain communal, le préfet est compétent pour régler, sur l'avis du conseil municipal, le mode suivant lequel la commune veut déléguer la faculté qu'elle possède de faire des recherches dans son propre terrain.

Si donc le préfet donne son approbation à la délibération du

---

(1) On consultera utilement un article de M. Migneron, intitulé : *Recherches et découvertes des mines* (3e série, t. II, p. 550).

conseil municipal qui exclut l'une des deux compagnies, tout se trouve consommé sous le rapport de la tutelle communale.

Mais le gouvernement peut alors user du droit que lui confère l'art. 10, et, agissant au nom de l'intérêt public, admettre les deux concurrents à faire les explorations.

3 série, t. XII, p. 627.

C'est aux conseils de préfecture qu'il appartient de régler les indemnités qui sont dues aux propriétaires du sol par les explorateurs de mines qui ont obtenu du gouvernement l'autorisation d'étendre leurs recherches sur les terrains de ces propriétaires ou par des concessionnaires qui y entreprennent des travaux.

3e série, t. XII, p. 632.

La surveillance à exercer par l'administration dans l'intérêt de la sûreté publique s'étend sur les recherches de mines entreprises par les propriétaires du sol dans leurs propres terrains, aussi bien que sur les travaux exécutés par un concessionnaire dans l'enceinte de sa concession.

3e série, t. XIV, p. 514.

1. Lorsqu'un propriétaire du sol, soit un particulier, soit une commune, consent à ce qu'un tiers exécute des recherches de mines sur son terrain, les différends qui peuvent s'élever entre eux pour le règlement des indemnités sont du ressort des tribunaux ordinaires.

2. Les conseils de préfecture sont appelés à prononcer sur les questions d'indemnités, quand, par le refus des propriétaires de laisser opérer des recherches, le gouvernement les autorise en vertu de l'art. 10 de la loi du 21 avril 1810, ou lorsqu'il s'agit d'indemnités à payer par un concessionnaire de mines pour recherches faites par des tiers antérieurement à la concession, ou de travaux exécutés par le concessionnaire sur des terrains compris dans l'enceinte de sa concession.

3e série, t. XIV, p. 516.

Lorsque plusieurs concurrents se présentent pour entreprendre des recherches de mines sur un terrain communal et que la commune a donné son consentement à un seul d'entre eux, le préfet ne peut, de sa seule autorité, admettre un tiers à la place de celui qui a été choisi par le conseil municipal, encore bien qu'il paraisse que la commune y trouvera un plus grand avantage. Il peut seulement, dans ce cas, refuser sa sanction à la délibération du conseil municipal.

Mais le gouvernement, agissant au nom de l'intérêt public et en vertu de l'article 10 de la loi du 21 avril 1810, a le droit d'accorder la permission à celui qu'il juge devoir exé-

cuter les travaux avec le plus de succès pour l'utilité générale.

3e série, t. XV, p. 653.

Autorisation d'opérer des recherches nonobstant le refus de la commune propriétaire du terrain (article 10 de la loi du 21 avril 1810).

3e série, t. XVI, p. 685.

Autorisation accordée pour des recherches de mines, malgré le refus du propriétaire du sol. — La prétention de ce propriétaire de se faire donner une partie du minerai n'était pas fondée.

Il n'y avait point lieu d'autoriser l'établissement d'un chemin de charroi sur le terrain à explorer.

3e série, t. XVI, p. 687.

Autorisation accordée malgré le refus du propriétaire du sol. Il n'y avait point lieu de permettre, dans l'espèce, la vente du minerai provenant des recherches. De semblables permissions ne sont accordées que lorsque des substances minérales se détérioreraient en pure perte; hors ces circonstances spéciales, on ne peut disposer du produit des mines qu'en vertu de concessions.

3e série, t. XVI, p. 689.

Autorisation accordée malgré le refus de la commune propriétaire. Ce refus était fondé sur ce que la commune entendait exploiter elle-même. Il ne s'agissait pas d'une exploitation.

3e série, t. XVI, p. 690.

L'autorisation de faire des recherches, nonobstant le refus du propriétaire du sol, peut être accordée, bien que l'indemnité n'ait pas été réglée préalablement; mais le permissionnaire ne peut en user qu'après qu'il a été procédé au règlement de cette indemnité, conformément à la loi du 16 sept. 1807.

3e série, t. XVII, p. 684.

Le gouvernement, quand il y a lieu d'autoriser des recherches de mines, est libre de choisir parmi les explorateurs qui se présentent, celui qui lui paraît offrir le plus de garanties.

Quand la permission de recherches est accordée à un autre que le propriétaire du sol, ce dernier peut, dans le cas où l'on autoriserait la vente du produit des fouilles, avoir droit, comme dans le cas de concession, à une rétribution sur ces produits.

3e série, t. XVIII, p. 755.

C'est à l'autorité administrative seule qu'il appartient de statuer sur les questions qui peuvent s'élever relativement à la propriété des minerais provenant de travaux de recherches, encore bien que les explorations aient été opérées sans le consentement du propriétaire du sol, et antérieurement à l'autorisation du gouvernement. — La circonstance qu'un gardien judiciaire a été anciennement commis, par suite de débats entre plusieurs concurrents, ne fait point obstacle à ce que l'administration dispose de ces produits.

Les tribunaux sont seuls compétents pour prononcer sur les indemnités dues à raison des voies de fait et des dommages résultant desdites recherches.

3e série, t. XX., p. 637.

4e série, t. Ier, p. 733.

Il n'est dû d'indemnité au propriétaire du terrain dans lequel des recherches ont lieu, malgré son refus, qu'à raison de l'occupation de ce terrain, des dommages qu'elles peuvent lui causer. Il ne lui en est point dû à raison de la privation de l'exercice du droit qu'il avait de faire les recherches lui-même.

3e série, t. XX, p. 641.

Des sociétés qui ont les recherches de mines pour objet.

Le mode de société par actions convient-il à ces sortes d'entreprises?

Les cessions d'actions à prime, avant la découverte de la mine, sont-elles valables?

3e série, t. XVI, p. 691.

Demandes en concurrence.

1. Une demande en concurrence formée dans le délai des quatre mois des affiches et publications de la demande primitive, ne doit pas nécessairement être publiée et affichée. Il suffit qu'elle soit transcrite sur le registre spécial ouvert à la préfecture, en vertu de l'art. 22 de la loi du 21 avril 1810.

2. Une demande en concurrence pour la concession d'une mine est, comme une opposition, admissible bien qu'elle ait été formée après l'expiration du délai des affiches et jusqu'à ce que l'ordonnance de concession ait été rendue.

3. Le gouvernement reste libre, nonobstant une demande qui est ainsi présentée tardivement, d'accorder la concession à celui des autres demandeurs dont la pétition se trouve déjà instruite.

4. Mais il peut aussi, s'il le juge convenable, surseoir à la concession et ordonner l'instruction de la nouvelle demande en concurrence; la présentation de celle-ci après les quatre

mois d'affiches n'est pas une cause de rejet et qui doive empêcher de l'accueillir. Il faut seulement alors que l'on remplisse à son égard les formalités prescrites par le titre 4 de la loi de 1810.

3e série, t. II, p. 622.
4e série, t. III, p. 950.

Institution des concessions. — Interprétation des titres qui les ont créées. — Modifications, etc.

1. Les contestations qui s'élèvent entre les demandeurs en concession de mines relativement à la propriété de la surface, ne font point obstacle à ce qu'il soit procédé à la concession du gîte minéral.

2. Le gouvernement, aux termes de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810, est juge des considérations d'après lesquelles la préférence doit être accordée à tel ou tel demandeur, qu'ils soient propriétaires de la surface, inventeurs ou autres.

3. L'acte de concession règle les droits du propriétaire du sol sur le produit de la mine concédée (article 6 de la loi précitée), sauf aux tribunaux à décider ensuite les questions qui ont pu ou peuvent naître en ce qui concerne cette propriété du sol.

3me série, t. 4, p. 525.

Lorsque des exploitants ou concessionnaires de mines demandent une réduction de limites, c'est au conseil de préfecture à déterminer les redevances, et au gouvernement à fixer par un acte d'administration publique le périmètre de la concession.

3me série, t. V, p. 677.

Il n'y a lieu à concession de mines que lorsque l'existence d'un gîte utilement exploitable est constatée, et quand une demande est formée sans que cette condition soit remplie, elle doit être rejetée comme nulle et non avenue.

3e série, t. V, p. 679.
— t. XII, p. 622.

Une demande en concession de mine ne doit pas être publiée et affichée lorsqu'il n'y a point encore de gîte minéral découvert dans le périmètre que l'on indique, et que par conséquent l'on ignore s'il y aura matière à concession. De nouveaux travaux de recherches sont, dans ce cas, un préliminaire indispensable.

Les affiches et publications peuvent avoir lieu quand ces recherches ont donné des notions utiles; cette publicité ne préjuge rien d'ailleurs sur la concession.

3e série, t. VIII, p. 588.
— t. IX, p. 638.
— t. XII, p. 632.

L'incertitude où l'on est sur le plus ou le moins de succès que pourra avoir l'exploitation d'une mine, n'est point à elle seule un motif pour empêcher d'instituer une concession.

Ce qui importe surtout, c'est que la présence du gîte minéral qui doit faire l'objet de la concession soit constatée, et que les principales conditions de ce gîte dans le sein de la terre soient suffisamment connues.

3e série, t. X, p. 597.

On peut donner suite aux demandes en concession de mines, lorsque les travaux de recherches ont eu lieu par de simples sondages, de même que lorsqu'ils ont été exécutés par puits et galeries. Mais il faut que les preuves nécessaires pour procéder à l'instruction de ces demandes soient bien acquises et que les ingénieurs les aient eux-mêmes recueillies.

3e série, t. XIV, p. 513.

Lorsque le gouvernement institue une concession de mine, il juge des motifs de préférence entre les divers concurrents et de l'étendue qu'il convient de donner à cette concession pour une exploitation utile. Les portions de terrain qu'un tiers aurait demandées peuvent ainsi y être comprises, encore bien que celui-ci ne se soit pas désisté de sa demande et que celui qui obtient ne les ait pas réclamées.

3e série, t. VIII, p. 547.

A l'autorité administrative seule appartient de prononcer sur la validité, l'étendue et les effets d'une concession de mine et de connaître de toutes demandes, réclamations ou oppositions qui ne sont point fondées sur un droit de propriété du gîte minéral.

3e série, t. VIII, p. 553.

Lorsqu'un tiers prétend avoir été omis par erreur au nombre des titulaires d'une concession de mines, il peut, en vertu de l'article 40 du décret du 22 juillet 1806, se pourvoir en rectification de l'ordonnance qui a institué la concession. Le pourvoi ne doit pas être formé par la voie contentieuse. — Distinction à faire entre la compétence administrative et la compétence des tribunaux à l'égard des traités passés entre les concessionnaires et les tiers, soit avant, soit après les ordonnances de concession.

3e série, t. X, p. 585.

1. A l'autorité administrative seule, il appartient de déterminer les limites d'une ancienne concession de mine, lorsqu'elles n'ont point été fixées par le titre primitif, ou en exécution de la loi du 28 juillet 1791.

2. Un conseil de Préfecture qui, en interprétant l'acte de vente d'une concession de ce genre faite à des tiers, par l'État ou un établissement public, aurait préjugé la délimitation de la mine et l'étendue de la concession, excéderait les limites de sa compétence.

3. Le ministre peut se pourvoir directement au conseil d'Etat contre l'arrêté du conseil de préfecture, en vertu de l'art. 25 du décret du 11 juin 1806, et de l'art. 16 du décret du 22 juillet même année. Les règles relatives aux tierces oppositions ne sont point ici applicables.

3e série, t. XII, p. 639.

Toute interprétation à faire d'un acte de concession de mine ou toute modification à y apporter sont exclusivement du ressort de l'autorité administrative; le gouvernement, qui a institué la concession, a seul le droit de prononcer.

La question de savoir si des tiers non désignés dans l'ordonnance de concession et qui se disent anciens associés du concessionnaire, ont droit à une part quelconque dans les produits, est de la compétence des tribunaux ordinaires.

3e série, t. XII, p. 645.
4e série, t. IV, p. 648.

Interprétation d'un acte de concession, quant au périmètre réellement concédé.—Il est reconnu, dans l'espèce, que la disposition portant qu'il était fait *concession de mines existantes dans les propriétés des impétrants*, doit s'entendre dans un sens restrictif, c'est-à-dire comme bornant à ces mines seules le droit des concessionnaires, encore bien que le périmètre tracé par l'un des autres articles du même acte ait compris des terrains appartenant à des tiers.

3e série, t, XV, p. 656.

Il n'y a point lieu à statuer par la voie contentieuse sur une demande d'interprétation d'un acte de concession de mines, lorsqu'il n'existe aucune décision administrative ou judiciaire qui ait donné ouverture à ce recours au conseil d'Etat.

3e série, t. XV, p. 664.

Lorsqu'une concession a été faite aux ayant-droit d'une ancienne société, il n'appartient qu'aux tribunaux d'apprécier les titres des parties et de décider ce que de droit.

Mais il ne leur appartient pas de prononcer sur le caractère et les effets de mesures conservatoires prises par l'administration dans l'intérêt du trésor, à raison de répétitions qu'il avait à exercer contre ses agents, exploitants provisoires. Le trésor ne peut être mis en cause à cet égard devant les tribu-

naux. C'est à l'administration seule à connaître des réclamations des tiers.

4e série, t. I, p. 753.

Interprétation par l'ordonnance institutive d'une concession, du titre relatif à une autre concession dont le titulaire prétendait que celle-ci contenait une partie du nouveau périmètre sollicité.

4e série, t. Ier, p. 761.

Interprétation d'un acte de concession. — La concession de la mine d'asphalte, faite en l'an V au sieur Secrétan, ne s'applique pas seulement au minerai bitumineux qui se trouve dans les sables; elle comprend aussi le calcaire bitumineux, même celui qui se trouve à la surface.

4e série, t. IV, p. 632.

Ancienne concession. — Interprétation des conventions. — Compétence des tribunaux ordinaires.

4e série, t. V, p. 672.

Concessibilité. — Effets de la concession.

Il y a lieu à concession des mines, quel que soit le mode de leur exploitation, à ciel ouvert, ou par puits, galeries et ouvrages souterrains. L'exception faite par l'article 69 de la loi du 21 avril 1810 ne s'applique qu'au minerai de fer.

La concessibilité résulte de la nature des substances. — L'art. 2 de la loi de la loi de 1810 est, à cet égard, *énonciatif* et non *limitatif*.

3e série, t. VII, p. 553.
— t. XVI, p. 696.
4e série, t. IV, p. 621.

La concession d'une mine comprend le gîte entier dans toute l'étendue du terrain concédé et dans toute son épaisseur. — Le concessionnaire a seul le droit d'exploiter, à quelque état qu'elle se présente, la substance minérale qui fait l'objet de la concession. — Les propriétaires de la surface, auxquels l'article Ier de la loi du 28 juillet 1791 réserve le droit de jouir des mines jusqu'à cent pieds de profondeur, ne pouvaient user de ce droit qu'autant qu'ils s'étaient pourvus pour obtenir la permission de l'exercer. Cette faculté a cessé d'exister depuis la loi du 21 avril 1810.

3e série, t. VIII, p. 555.
— t. XIV, p. 525.
4e série, t. IV, p. 632.

Redevances et indemnités dues aux propriétaires de la surface, etc. (Voir *Propriété des mines; Institution des concessions*, etc.)

1. Les propriétaires du sol n'ont aucun droit à la propriété des mines. Ils ont droit à une redevance qui est à la charge des concessionnaires. Règles diverses sur la fixation de cette redevance.

2. La concession de la mine de sel gemme faite, en 1825, au domaine de l'État n'est point caduque parce qu'elle n'a point été précédée, dans toutes les localités qu'elle embrasse, d'une instruction spéciale relative à la redevance qui pourra être attribuée aux propriétaires du sol.

3e série, t. XVI, p. 696.
— t. XX, p. 650.

Quand une propriété a été vendue sans réserve du tréfonds, quand il n'y a pas de dispositions préexistantes, l'acquéreur a droit à la redevance que les concessionnaires sont tenus de payer aux propriétaires de la surface; le vendeur n'y peut en rien prétendre; le fait d'une ancienne exploitation provisoire ne lui donne aucun titre à cette redevance.

3e série, t. XX, p. 649.

1. Au gouvernement seul appartient de concéder l'exploitation des mines, et par conséquent de régler les droits des propriétaires de la surface sur les produits de l'exploitation, même quand ces produits sont le résultat de travaux antérieurs à la concession et non autorisés.

2. Un conflit d'attributions peut être élevé tant qu'il n'est point intervenu de jugement définitif sur le fond de la contestation.

4e série, t. Ier, p. 735.
— t. III. p. 857.

Les conseils de préfecture appelés à régler les indemnités des propriétaires du sol pour recherches de mines ou travaux d'exploitation opérés par des explorateurs ou concessionnaires, ne sont pas tenus de suivre l'estimation des experts. Il leur appartient de fixer le prix du terrain selon ce qui leur paraît le plus équitable.

4e série, t. Ier, p. 742.

Le gouvernement a le droit de régler l'indemnité des propriétaires du sol, nonobstant toutes conventions antérieures. Il n'appartient point aux tribunaux de connaître de ces conventions, lorsque l'acte de concession a déclaré que le règlement qu'il contient sera seul exécutoire.

4e série, t. III, p. 853.

Le concessionnaire d'une mine est tenu d'indemniser le propriétaire du sol de tous les dommages causés à la surface par l'exploitation.

Il lui doit notamment une indemnité lorsque, par l'effet des travaux souterrains, il le prive des eaux qui servaient à l'irrigation de ses propriétés.

4e série, t. III, p. 838.

Le concessionnaire d'une mine qui déverse sur des fonds inférieurs les eaux provenant de ses galeries d'épuisement, peut être tenu de payer une indemnité aux propriétaires de ces terrains, à raison du dommage qu'il leur a causé par ce fait, et d'établir les ouvrages nécessaires pour empêcher ce déversement des eaux.

4e série, t. IV, p. 617.

Indemnités pour travaux antérieurs aux concessions.

1. Toutes les questions relatives à des indemnités que les concessionnaires d'une mine auraient à payer à un tiers pour recherches ou travaux antérieurs à l'acte de concession, doivent être décidées par le conseil de préfecture du département où la mine est située.

2. Les expertises qui sont ordonnées par le conseil de préfecture sur cette matière doivent être faites suivant les formes indiquées par le Code de procédure civile. Il n'est pas nécessaire que les parties assistent à la prestation de serment des experts. Mais elles doivent recevoir sommation d'assister à l'expertise.

Le simple avis donné à un associé commanditaire ne satisfait point à la prescription de la loi.

3e série, t. VIII, p. 584.

1. C'est aux conseils de préfecture qu'il appartient de statuer sur toutes les questions d'indemnités dues par le concessionnaire d'une mine, pour des recherches ou travaux que des tiers ont exécutés antérieurement à la concession, et d'ordonner d'office l'expertise, si les parties ne s'accordent pas pour choisir leurs experts.

2. Il est juste de comprendre dans ces sortes d'estimations, non-seulement les travaux qui peuvent directement servir à l'exploitation, mais encore ceux qui, comme simples recherches, auraient fourni d'utiles renseignements sur les gisements de la mine.

3. Il est juste aussi de tenir compte, suivant les circonstances, du surcroît de dépenses qu'ont occasionné les incertitudes où se trouvaient les explorateurs sur l'allure et la disposition des gîtes, à l'époque où ils ont effectué ces travaux.

4. Le conseil de préfecture a toute latitude pour décider les diverses questions qui se rattachent à ces recherches et travaux ; il est libre de fixer, soit des indemnités partielles, pour chaque ouvrage, soit une indemnité unique pour ces ouvrages pris en masse.

3e série, t. XIII, p. 729.

Solidarité des titulaires des concessions.

Les membres des sociétés concessionnaires sont solidaires, pour tous les engagements de la société, et, à ce titre, chacun d'eux est responsable de l'inexécution des charges de la concession.

3e série, t. VII, p. 593.

Représentants des concessionnaires vis-à-vis de l'administration.

Le correspondant que les concessionnaires sont tenus de désigner, pour les représenter vis-à-vis de l'administration, doit, pour être revêtu d'un caractère valable, avoir été réellement nommé par les propriétaires d'une même concession, agissant collectivement et donnant à leur représentant un pouvoir collectif.

Toute déclaration qui n'offre pas cette justification doit être considérée comme nulle et non avenue.

3e série, t. VII, p. 593.
— t. XIV, p. 524.

Exploitation. Chemins nécessaires aux travaux des mines. Travaux sous des lieux habités, etc.

1. Il n'appartient qu'à l'autorité judiciaire de prononcer sur le contenu et les conditions d'un bail passé par une commune pour l'exploitation des mines qui sont situées sur ses propriétés.

2. En ce qui concerne l'exploitation elle-même, elle ne peut être réglée que par le gouvernement dans les formes prescrites par la loi.

3. Un préfet qui statue sur ces questions excède ses pouvoirs.

3e série, t. VII, p. 590.

Le concessionnaire d'une mine n'est pas tenu d'exploiter, à la fois, toute l'étendue de la concession. Le propriétaire de la surface n'est pas en droit de réclamer des indemnités à raison du chômage de l'exploitation autorisé par l'administration.

3e série, t. XX, p. 653.

1. Les dispositions en vertu desquelles les concessionnaires sont autorisés à exécuter les travaux qu'exige l'exploitation des mines, comprennent le droit d'ouvrir des chemins nécessaires à cette exploitation.

2. Pour qu'un concessionnaire puisse user de ce droit, il n'est pas besoin que l'enclave soit absolue dans le sens déterminé par le code civil; il suffit qu'il n'y ait point de chemins de charroi aboutissant à l'orifice de la mine, ou que celui qui existe soit impraticable pour une exploitation de cette nature.

3. C'est au préfet qu'il appartient d'autoriser, sur le rapport des ingénieurs, l'ouverture du chemin, de même que tous les autres travaux entrepris par le concessionnaire.—Le conseil de préfecture règle les indemnités.

3e série, t. XIV, p. 524.

1. La disposition de la loi qui interdit de pratiquer des ouvertures de mines à une certaine distance des lieux clos ou habités, sans le consentement du propriétaire du sol, n'empêche pas d'y poursuivre souterrainement les couches ou filons. Il suffit que l'orifice des travaux se trouve à la distance prescrite.

2. C'est à l'autorité administrative qu'il appartient d'autoriser l'exécution de ces travaux ou de s'y opposer, s'il est reconnu qu'ils peuvent occasionner quelque danger.

3. Quand des concessions sont instituées, on ne peut, par voie de mesure générale, leur circonscrire un rayon que les travaux ne devront pas dépasser. Il est nécessaire que chaque demande qui est présentée par un concessionnaire pour explorer ou exploiter une portion de sa concession, soit l'objet d'un examen particulier et d'une décision spéciale.

3e série, t. XIV, p. 528.
— t. XVIII, p. 767.
4e série, t. III, p. 868.

Mines. — Chemins de fer.

Une indemnité est due à des concessionnaires de mines, quand, par suite de l'établissement d'un chemin de fer, on leur interdit, pour la solidité des travaux, d'exploiter certains massifs de leur concession.

3e série, t. XV, p. 672.
— t. XX, p. 657.

Vente des mines. Cessions partielles. Amodiations, etc.

Les dispositions de l'arrêté du Directoire exécutif, du 3 nivôse an VI, qui exigeaient que les transports, cessions,

ventes ou autres actes translatifs de l'exercice des droits accordés par les concessions de mines fussent soumis à l'approbation du gouvernement, ont été abrogées par la loi du 21 avril 1810.

3e série, t. XV, p. 668.
4e série, t. I, p. 864.

Si le demandeur d'une concession décède avant que l'ordonnance qui la lui accorde ait été rendue, ses héritiers n'y ont pas de droits. Elle est à leur égard comme non avenue.

3e série, t. XVII, p. 682.

Les titulaires d'une concession de mine possédée en société ne peuvent diviser l'exploitation. Il leur est interdit d'entreprendre des travaux isolés; ils doivent en coordonner l'exploitation suivant ce qu'exigent les règles de l'art et l'aménagement du gîte.

3e série, t. VII, p. 593.
— t. XIV, p. 524.

1. Les concessionnaires d'une mine ne peuvent la vendre par lots ou la partager, sans une autorisation préalable donnée par un acte d'administration publique dans les mêmes formes que la concession.

Les conventions contraires qu'ils auraient faites entre eux ou avec des tiers, soit avant, soit depuis que la concession a été instituée, sont nulles et sans effet vis-à-vis du gouvernement. Elles ne peuvent donner lieu entre les parties contractantes qu'à des répétitions en dommages-intérêts, si, la demande de partage étant rejetée, l'obligation qui a été souscrite ne peut s'accomplir.

2. Toute division de la mine doit être refusée, lorsque cette division serait préjudiciable à l'aménagement et à la bonne exploitation du gîte, ou compromettrait la sûreté des hommes et des choses.

3e série, t. VIII, p. 586.

1. Une mine ne peut être vendue par lots ou partagée, sans une autorisation du gouvernement obtenue dans les mêmes formes que les concessions.

2. L'acte par lequel le concessionnaire aurait cédé à un tiers la faculté d'exploiter sur son terrain, est un acte nul en lui-même.

Un pareil acte ne peut valoir pour le propriétaire du fonds, comme lui donnant le droit d'y extraire la mine, ni être invoqué contre le concessionnaire comme une renonciation de sa part à exploiter dans cette partie de sa concession.

4e série, t. Ier, p. 747.

La cession du droit d'exploiter dans une partie d'un terrain concédé constitue un véritable partage ; et, comme telle, elle est prohibée, à moins d'une autorisation spéciale du gouvernement.

4e série, t. III, p. 864.

Les actes par lesquels des concessionnaires se partagent l'exploitation de leur concession sont prohibés par la loi. — Il en est de même des amodiations ou louages partiels. — Ces actes sont essentiellement nuls et ne peuvent produire aucun effet, même civil. — Chacun des contractants a le droit de se refuser à leur exécution et d'en faire prononcer l'annulation. — Cette cause de nullité relative au partage et à l'amodiation, étant d'ordre public, peut être opposée à tous les degrés de juridiction.

4e série, t. V, p. 647.

Des conventions qui ont précédé ou suivi la concession ne peuvent avoir d'effet quand elles sont contraires à la loi. — Le partage de la concession, même en le supposant compatible avec les règles d'une bonne exploitation, ne peut être autorisé que sur la demande de toutes les parties.

4e série, t. V, p. 655.

Cessions du droit d'exploiter faites à des tiers par les concessionnaires. — Ces sortes de cessions constituent une *vente*, même lorsque la qualification de bail a été donnée à ces traités par les parties.

Cette vente est-elle mobilière ou immobilière ?

4e série, t. V. p. 661.

Les actions ou parts d'intérêts dans les entreprises de mines sont réputées meubles. Les cessions de ces actions doivent par conséquent être considérées comme ventes mobilières. Elles ne sont passibles que du droit d'enregistrement fixé pour les ventes de meubles.

4e série, t. V, p. 668.

La réunion de plusieurs concessions ne doit pas être autorisée, lorsqu'elle peut préjudicier aux intérêts des consommateurs.

4e série, t. III, p. 866.

Mines et minières de fer. — (V. *Mines*, *Usines*.)

1. Les propriétaires de minières de fer peuvent céder à des tiers la faculté d'exploiter à leur place ; mais ces sortes de cessions ne doivent pas changer les obligations qui sont im-

posées par la loi à ces propriétaires, en ce qui concerne les usines aux besoins desquelles ils sont tenus de fournir, ni modifier les rapports qui sont établis entre eux, les maîtres de forges et l'administration.

2. Les cessionnaires du propriétaire peuvent être admis à présenter en son nom la déclaration indiquée dans l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, mais seulement comme mandataires, et à la condition que cette déclaration sera accompagnée de pièces authentiques justifiant leur mandat; la permission qui est délivrée ne peut valoir que pour le propriétaire.

3. Dans tous les cas, c'est exclusivement au propriétaire de la minière que les maîtres de forges doivent s'adresser pour le mettre en demeure de fournir à l'approvisionnement de leurs usines, dans les circonstances prévues par l'art. 60 de la loi.

3e série, t. XI, p. 628.

1. L'expression de *voisinage* employée dans l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux usines pour lesquelles le propriétaire du terrain où il y a du minerai de fer est tenu d'exploiter ou de laisser exploiter à sa place, est prise ici dans un sens indéfini, dont la détermination ne peut dépendre que des circonstances locales.

C'est aux préfets à apprécier, suivant les cas, et dans chaque espèce sur laquelle ils sont appelés à prononcer, l'application qui doit en être faite.

2. Le droit de voisinage pour les usines qui peuvent se dire voisines d'une minière, consiste à exiger du propriétaire de la minière qu'il leur fournisse autant que possible, et avant d'en vendre à d'autres, la quantité de minerai qui leur est nécessaire, ou d'obtenir à son défaut la permission d'extraire en son lieu et place.

Mais il n'exclut pas les propriétaires d'usines plus éloignées de la faculté de venir aussi s'approvisionner sur les mêmes gîtes.

3. Lorsque le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, et conformément à l'art. 64 de la loi de 1810, a déterminé la quantité de minerai qui devra être fournie aux usines voisines, le propriétaire du terrain est libre, en satisfaisant à ces livraisons, d'extraire d'autres quantités de minerai, et de le vendre indistinctement aux acheteurs qui se présentent.

4. Il n'y a pas lieu de désigner dans les minières des cantonnements pour les usines.

3e série, t. XI, p. 632.

1. Lorsqu'un maître de forges veut obtenir la permission d'extraire du minerai de fer sur le terrain d'autrui, il doit

adresser sa demande au préfet, et justifier en même temps qu'il l'a notifiée au propriétaire du sol.

2. C'est par lui et non administrativement que cette notification doit être faite.

Le propriétaire a un mois pour faire connaître s'il veut exploiter par lui-même.

Il faut en outre qu'il ait été entendu par l'administration, ou mis par elle en demeure de se faire entendre avant que la permission puisse être délivrée.

3. Si dans ces intervalles le propriétaire vend son terrain à un tiers et que ce dernier déclare être dans l'intention d'exploiter, il n'y a pas lieu d'autoriser le maître de forges à opérer l'extraction, mais l'acquéreur du terrain sera tenu de lui fournir du minerai, si l'usine est dans les conditions requises pour y avoir droit.

3e série, t. XII, p. 649.

1. L'exploitation d'une minière ne peut avoir lieu sans permission.

2. Bien que le propriétaire du terrain ait cédé à un maître de forges la faculté d'extraire le minerai de fer que son terrain renferme, ce dernier n'en est pas moins tenu de se pourvoir d'une autorisation pour exploiter, et tout autre propriétaire d'une usine du voisinage légalement établie, ayant besoin de ce même minerai, peut obtenir la permission d'y venir puiser. Dans ce cas, le préfet règle les portions qui devront être attribuées à chacun.

3. Une usine qui manque d'une quantité de minerai dont le mélange est nécessaire à sa fabrication, doit être considérée comme se trouvant dans le cas prévu par l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, où elle peut contraindre le propriétaire du terrain qui contient ce minerai à lui en fournir, encore bien qu'elle ait à sa disposition d'autres produits, mais d'une qualité différente.

3e série, t. XII, p. 653.

1. Lorsque des particuliers se présentent avec des pièces authentiques attestant leur mandat des propriétaires du sol pour extraire du minerai de fer sur un terrain, il doit leur être donné acte de cette déclaration, encore bien qu'ils ne se trouvent pas dans les conditions exigées pour employer ce minerai à leur propre usage.

Seulement ils sont tenus de fournir une quantité suffisante aux besoins des usines du voisinage légalement établies.

2. Le propriétaire du sol a d'ailleurs un mois pour s'expliquer sur la sommation qui lui est faite par un maître de forges, et rien n'empêche que dans cet intervalle, il cède à un tiers la faculté d'exploiter.

3. Le maître de forges ne peut être autorisé à extraire lui-même, que si l'exploitation n'a pas lieu et que si le propriétaire du sol, auquel il conserve le droit de s'adresser, refuse de lui fournir le minerai, ou de le lui faire livrer par ses cessionnaires.

3e série, t. XII, p. 655.

Le propriétaire d'un terrain sur lequel il existe une minière de fer, bien qu'il soit en même temps propriétaire d'un haut-fourneau, n'a pas un droit exclusif sur le minerai que ce terrain renferme, et il ne peut empêcher les maîtres de forges voisins d'y venir puiser, si leurs usines sont légalement établies.

3e série, t. XIII, p. 741.
— t. XVIII, p. 778.
4e série, t. III, p. 875.

C'est à l'autorité administrative qu'il appartient de statuer sur les discussions relatives à l'usage d'une minière, à la répartition du minerai nécessaire aux besoins des usines.

Les contestations qui concernent le règlement du prix du minerai sont du ressort des tribunaux ordinaires.

3e série, t. XVI, p. 709.

Le maître de forges conserve son droit au partage du minerai, soit que ce minerai se trouve encore dans le terrain, soit qu'il ait été extrait par un autre maître de forges, cessionnaire du propriétaire du sol, ou par ce propriétaire lui-même ; dès que le minerai existe en nature, il doit être réparti entre tous les chefs d'usines du voisinage, en proportion de leurs besoins.

Le propriétaire d'une usine légalement permissionnée a seul qualité pour être admis à ce partage.

C'est au préfet qu'il appartient de régler la délivrance du minerai, en cas de contestations entre un maître de forges et le propriétaire de la minière, comme lorsqu'il y a concurrence entre plusieurs maîtres de forges sur le même fonds.

3e série, t. XVIII, p. 774.

L'ancienneté d'une usine ne confère aucun privilége sur la minière. Toutes les usines ont également droit d'être servies, dans la proportion de leurs besoins, dès qu'elles sont régulièrement établies, quelle que soit l'époque de leur établissement.

3e série, t. XVIII, p. 778.

Lorsqu'un maître de forges légalement permissionné demande à extraire du minerai, on ne peut lui imposer l'obliga-

tion d'en réserver une partie pour d'autres maîtres de forges du voisinage. Dès que ceux-ci ne réclament pas, le chef d'usine a droit à tous les produits de son extraction.

La question de savoir si des minerais sont disponibles est, dans tous les cas, exclusivement du ressort de l'autorité administrative.

3e série, t. XVIII, p. 781.

Les déclarations pour exploiter présentées, en vertu de l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, ne doivent être admises quand elles sont produites par des tiers, se disant aux droits du propriétaire, qu'autant que le mandat n'est point contesté.

3e série, t. XX, p. 660.

La convention par laquelle le propriétaire d'une minière, en vendant une usine qui lui appartenait, aurait en même temps cédé aux acquéreurs de cette usine un droit d'exploitation, n'empêche pas que lorsqu'il devient lui-même maître de forges, il ne puisse participer aux produits de cette minière.

Dans ce cas, comme dans tous ceux où plusieurs usines se trouvent en concurrence sur un même fonds, il appartient à l'administration, nonobstant toutes stipulations antérieures, de régler la part de chaque usine suivant ses besoins.

4e série, t. I, p. 763.

On ne peut, par des approvisionnements anticipés en faveur d'une usine, porter préjudice aux besoins des autres usines situées comme elle dans le rayon de voisinage.

4e série, t. IV, p. 659.

Lorsque des parts ont été attribuées à un certain nombre d'usines dans des minières de fer, et que l'une de ces parts est devenue vacante par la renonciation de l'un des affouagers, d'autres forges peuvent être admises à en profiter.

C'est au préfet qu'il appartient d'accorder cette affectation, conformément aux dispositions de la loi du 21 avril 1810, sous l'approbation du ministre, quand il y a lieu, et sauf recours au conseil d'État, en cas de réclamation.

4e série, t. VI, p. 589.

Terres pyriteuses et alumineuses.

Les terres pyriteuses et alumineuses sont assimilées par les articles 71 et 72 de la loi du 21 avril 1810 aux minières. Les propriétaires d'usines légalement autorisées peuvent obtenir la permission d'y extraire le minerai, si le propriétaire du terrain n'exploite pas lui-même. La circonstance que les terres pyriteuses et alumineuses se trouveraient dans un ter-

rain tourbeux ne saurait mettre obstacle à l'application de ces dispositions.

Les art. 71 et 72, dans la généralité de leurs termes, comprennent les minerais renfermant les éléments du vitriol, soit qu'ils se trouvent épars dans du lignite, qu'ils se présentent mélangés de sable, ou qu'ils se rencontrent associés à la tourbe.

Le propriétaire du terrain ne peut s'opposer à l'exploitation, par le motif qu'il aurait lui-même formé une demande pour être autorisé à établir une usine et qu'il voudrait se réserver l'usage de ce même minerai.

3e série, t. X, p. 591.

Mines de sel. — Sources et puits d'eau salée. — Salines. (Voir *Redevances ; Patentes.*)

1. A l'autorité administrative seule appartient de prononcer sur la validité, l'étendue et les effets d'une concession de mine et de connaître de toutes demandes, réclamations ou oppositions qui ne sont point fondées sur un droit de propriété du gîte minéral.

2. Les mines de sel gemme sont comprises parmi les masses de substances minérales que la loi du 21 avril 1810 qualifie de *mines* et qui ne peuvent être exploitées sans concession. — L'article 2 de cette loi est simplement énonciatif et non limitatif.

3. Un concessionnaire de mine a seul le droit d'exploiter, à quelqu'état qu'elle se présente, la substance minérale qui fait l'objet de sa concession. Le concessionnaire d'une mine de sel peut donc seul exploiter cette mine, soit à l'état solide, soit à l'état liquide, et par conséquent les sources salées qui se trouvent dans son périmètre, lui appartiennent comme le banc de sel gemme lui-même.

4. La disposition au moyen de laquelle un tiers introduit de l'eau douce sur la masse solide est une atteinte à la concession; c'est une contravention passible des peines prononcées par la loi.

5. Une usine pour l'évaporation des eaux salées ne peut être établie sans une permission.

3e série, t. VIII, p. 553.

Les propriétaires du sol n'ont aucun droit à la propriété des mines. Ils ont droit à une redevance qui est à la charge des concessionnaires. Règles diverses sur la fixation de cette redevance.

La concession de la mine de sel gemme faite en 1825, au domaine de l'État, n'est point caduque, parce qu'elle n'a point été précédée, dans toutes les localités qu'elle embrasse, d'une instruction spéciale relative à la redevance qui pourra être attribuée aux propriétaires du sol.

3e série, t. XVI, p. 696.

Une exploitation de sel dans un périmètre concédé à un tiers est une contravention, et doit être empêchée conformément à la loi du 27 avril 1838.

4e série, t. I. p. 771.

Observations générales sur la loi du 17 juin 1840 et sur la législation qui l'a précédée.

4e série, t. I, I, p. 771.

Carrières.

1. Le réglement spécial sur l'exploitation des carrières de pierre à plâtre dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, est seul applicable à celles de ces carrières qui sont à ciel ouvert.

2. L'exploitant ne peut, aux termes des articles 6 et 7 de ce règlement, porter ses travaux à une distance moindre de 10 mètres des constructions voisines, outre un mètre par mètre d'épaisseur des terres.

3. Le mot *construction* employé dans ces articles s'applique à un simple mur aussi bien qu'à un bâtiment d'habitation ou autre édifice.

3. Il suffit que le propriétaire du terrain limitrophe de la carrière vienne à commencer une de ces constructions, pour que les dispositions précitées reçoivent leur exécution.

3e série, t. VI, p. 534.

Le propriétaire d'une fabrique de poterie peut-il obtenir l'autorisation d'extraire sur le terrain d'autrui des terres propres à l'usage de son usine ? — En d'autres termes, peut-on disposer des produits d'une carrière pour une usine, lorsque le propriétaire de cette carrière ne l'exploite pas lui-même?

3e série, t. VIII, p. 549.

1. L'arrêt du conseil, du 5 avril 1772, qui défend d'ouvrir aucune carrière à moins de 30 toises des routes, est resté en vigueur depuis la loi du 21 avril 1810, et doit être appliqué, soit qu'il s'agisse de travaux souterrains ou de travaux à ciel ouvert, partout où il n'existe point de règlement particulier pour ces exploitations.

2. L'infraction à la prohibition établie par cet arrêt, pour la conservation des grandes routes, est une contravention de grande voirie, et qui par conséquent est justiciable des conseils de préfecture.

3e série, t. XII, p. 658.

1. L'exploitation des carrières à plâtre, dans les départements de la Seine et Seine-et-Oise, est régie par les deux rè-

glements (l'un général et l'autre spécial), en date du 22 mars 1813.

2. Il est interdit, dans ces carrières, d'exploiter une basse masse sous un cavage de haute masse.

3. Les cavages ne peuvent être poussés que jusqu'à dix mètres des chemins à voitures, édifices et constructions quelconques, plus un mètre par mètre d'épaisseur des terres.

4. Les mots *constructions quelconques* comprennent les murs de clôture aussi bien que les maisons habitées.

5. Les arrêtés par lesquels le préfet, dans l'intérêt de la sureté publique, impose à des exploitants certaines conditions d'exploitation, sont des actes administratifs qui ne peuvent être attaqués par la voie contentieuse.

4e série, t. III, p. 877.

L'exploitation des carrières à ciel ouvert est placée sous la surveillance de la police. — Les anciens règlements sont applicables là où il n'y a point de règlement spécial. — Un préfet est fondé à prendre, en vertu de ces anciens règlements et des lois de police, les dispositions qu'exige la conservation des hommes et des choses.

4e série, t. IV, p. 657.

Lorsque la vente du droit d'exploiter une carrière est faite par le propriétaire du sol, avec la condition que l'acquéreur se conformera dans l'exploitation aux lois et règlements, l'inexécution de cette condition, de la part de ce dernier, peut donner lieu à la résolution du contrat de vente, indépendamment des dommages et intérêts pour le préjudice causé.

4e série, t. V, p. 680.

Les arrêtés des préfets, compétemment rendus en matière de carrières, ne peuvent être déférés directement au conseil d'État.

Ces exploitations sont soumises à la surveillance des préfets, et il leur appartient de les interdire lorsqu'elles sont reconnues dangereuses.

4e série, t. VI, p. 596.

Usines métallurgiques. — (Voy. *mines; minières de fer; patente.*)

Il y a lieu de rapporter par une nouvelle ordonnance l'acte de permission d'une usine, lorsqu'on renonce à user du droit que cette permission avait conféré.

3e série, t. V, p. 678.
4e série, t. VI, p. 669.

1. Une ordonnance ne peut être attaquée par la voie contentieuse, quand la partie qui en demande l'annulation a été entendue dans l'instruction administrative qui l'a précédée.

2. Les questions de propriété et de servitude sont du ressort des tribunaux. L'ordonnance intervenue dans l'espèce n'est qu'un règlement de police rendu sauf les droits des tiers, et qui ne fait point obstacle à ce que l'autorité judiciaire décide ces questions.

3ᵉ série, t. VII, p. 589.

Lorsque le propriétaire d'une usine située sur un cours d'eau, n'a point exécuté les ouvrages que son titre de permission lui a prescrits dans un intérêt public, l'administration a le droit de mettre l'usine en chômage, alors même que le cours d'eau n'est ni navigable ni flottable (1).

3ᵉ série, t. VIII, p. 578.

Il n'y a point lieu, de la part de l'administration, à intervenir dans l'établissement des lavoirs de minerais de fer dits *lavoirs portatifs*, toutes les fois que ces lavoirs établis dans les excavations d'où le minerai est tiré ou dans les dépressions naturelles du sol, sont alimentés uniquement par les eaux pluviales, ne sont traversés ou arrosés par aucun cours d'eau et se trouvent dans des terrains appartenant aux extracteurs de minerai.

3ᵉ série, t. IX, p. 633.

1. Lorsque par le titre constitutif de propriété, des droits sur une forêt domaniale ont été affectés à une usine pour son approvisionnement et que l'usine a été ensuite vendue nationalement ou soumissionnée, en vertu de la loi du 14 ventôse an XII, avec mention des droits sur le bois, ces droits sont garantis contre toute action en rescision de la part de l'État.

2. Si des contestations s'élèvent sur la nature et les limites de ces mêmes droits, elles sont du ressort des tribunaux.

3ᵉ série, t. IX, p. 636.

1. La faculté d'établir des ateliers pour le lavage du minerai de fer appartient à toute personne, qu'elle soit ou non proprié-

(1) C'est par suite de cette règle qu'on insère dans les ordonnances relatives aux permissions d'usines un article ainsi conçu : « Faute par » le permissionnaire de se conformer aux dispositions ci-dessus pres- » crites, l'usine sera mise en chômage par un arrêté du préfet, et » la révocation de la présente permission sera poursuivie ainsi que de » droit. »

taire des fourneaux, en se conformant aux dispositions voulues, par les lois et règlements pour l'établissement de ces ateliers.

2. Le propriétaire d'un lavoir ne peut être astreint à laver du minerai seulement pour telle ou telle usine. Il est libre d'exercer son industrie comme bon lui semble.

3ᵉ série, t. XI, p. 632.

1. Le droit que l'article 80 de la loi du 21 avril 1810 donne aux propriétaires d'usines à fer légalement permissionnées d'établir des patouillets, lavoirs et chemins de charroi sur des terrains qui ne leur appartiennent pas, ne s'applique point à des chemins de fer.

2. Mode d'exécution de cet article.

3. Règlement des indemnités dues au propriétaire du sol.

3ᵉ série, t. XIV, p. 541.

1. Aucune distance n'est prescrite pour établir dans le voisinage des propriétés bâties des patouillets et lavoirs à mines, lorsqu'on est propriétaire ou aux droits du propriétaire du terrain sur lequel ils seront construits.

2. L'interdiction portée en l'article 80 de la loi du 21 avril 1810 de placer ces ateliers à moins de cent mètres des habitations et clôtures murées, ne concerne que le cas où, en vertu de ce même article, un maître de forges les établit sur le fonds d'autrui.

3. Toutes les fois que le terrain lui appartient, il n'est assujetti qu'aux simples servitudes qui règlent les droits de voisinage entre les propriétés ordinaires, d'après le Code civil, et aux conditions qu'imposent, pour l'établissement d'usines métallurgiques et l'usage des eaux, la loi du 21 avril 1810 et les lois sur les cours d'eau.

3ᵉ série, t. XIV, p. 553.

Les dispositions de l'arrêté du Directoire exécutif, du 3 nivôse, an VI, qui exigeaient que les transports, cessions, ventes ou autres actes translatifs de l'exercice des droits accordés par les permissions d'usines fussent soumises à l'approbation du gouvernement, ont été abrogées par la loi du 21 avril 1810.

3ᵉ série, t. XV, p. 668.

1. Les règlements d'eau étant d'ordre public, l'administration a toujours le droit de modifier le régime des eaux d'une usine de manière à ce qu'il ne soit pas causé de dommages aux riverains.

L'article 78 de la loi du 21 avril 1810, qui a maintenu les an-

ciens établissements métallurgiques, ne met point obstacle à l'exercice de ce droit réglementaire.

2. Lorsqu'après une instruction régulière, une ordonnance royale a déterminé les conditions de jouissance d'une usine, il ne peut y avoir lieu, de la part du permissionnaire, à se pourvoir contre ses dispositions par la voie contentieuse.

3e série, t. XVI, p. 716.

Il n'y a pas lieu d'exiger des affiches de quatre mois pour les demandes relatives à l'établissement des lavoirs à bras ou à cheval.

3e série, t. XVII, p. 687.

Seconde enquête relative au projet de règlement d'eau des usines.

3e série, t. XX, p. 662.
4e série, t. III, p. 882.

Un pourvoi formé contre une ordonnance rendue après une instruction régulière n'est point admissible. — L'autorisation accordée ne fait point obstacle à ce que les tiers exercent devant qui de droit toute action pour les indemnités auxquelles ils croient pouvoir prétendre contre le permissionnaire d'après leurs titres et les règles du droit commun.

4e série, t. III, p. 881.

Si les usines antérieures à la loi du 21 avril 1810 sont maintenues d'une manière générale par l'article 78 de cette loi, c'est à la charge par les propriétaires de celles qui n'ont point de titre régulier et explicite qui définisse leur consistance, fixe le régime des eaux, etc., de se mettre en règle à cet égard. — L'ordonnance qui maintient un ancien établissement et définit sa consistance, ne peut s'appliquer par induction à des ateliers pour lesquels on ne justifie point d'un ancien titre. — Ces ateliers ne peuvent subsister légalement qu'en vertu d'un titre nouveau.

4e série, t. V, p. 685.

Machines et chaudières à vapeur (1).

Les chaudières à basse pression, soit qu'elles brûlent, soit qu'elles ne brûlent pas leur fumée, sont rangées dans la 3e classe des ateliers insalubres, incommodes ou dangereux.

---

(1) Les espèces rapportées ici sont, à l'exception de la dernière, antérieures à l'ordonnance du 22 mai 1843, qui a établi des règles nouvelles en cette matière.

Les sous-préfets sont incompétents pour en autoriser l'établissement.

3e série, t. IV, p. 527.

1. Les machines et chaudières à vapeur à basse pression sont comprises dans la 3e classe des ateliers insalubres ou incommodes.

2. C'est au préfet de police, à Paris, qu'il appartient de délivrer les permissions pour l'établissement de ces machines, et de maintenir l'exécution des clauses insérées dans l'acte d'autorisation.

3. S'il s'élève à ce sujet des contestations, soit relativement au sens des conditions, soit en ce qui concerne l'exécution qui leur est donnée, le conseil de préfecture doit statuer en premier ressort, sauf pourvoi au conseil d'État.

3e série, t. IV, p. 596.

Lorsque l'arrêté d'un conseil de préfecture a infirmé une autorisation délivrée pour l'établissement d'une machine à vapeur, et que le conseil d'État est saisi d'un pourvoi contre cet arrêté, il peut, s'il est reconnu que l'exécution immédiate aurait des inconvénients, être sursis à cette exécution, en ordonnant provisoirement toutes les précautions nécessaires pour garantir les habitations du voisinage.

3e série, t. IX, p. 597.

Il y a lieu de refuser l'établissement des machines et des chaudières à vapeur lorsqu'il est constaté que ces appareils, malgré les conditions qui seraient imposées, occasionneraient de graves dommages aux propriétés voisines.

Le bruit causé par la machine est au nombre des incommodités qui peuvent motiver ce refus.

4e série, t. VI, p. 598.

Mines et usines. Redevance des mines. Abonnements. Taxe fixe. Patente (1). *Octroi.*

L'exploitation des mines, qui, d'après la loi du 21 avril 1810, n'est pas sujette au droit de patente, n'y devient point soumise par le fait de l'association de différents concessionnaires qui se sont réunis pour exploiter et vendre en commun les produits de leurs concessions.

3e série, t. IX, p. 640.

(1) Les espèces rapportées ici sont antérieures à la nouvelle loi sur les patentes, du 25 avril 1844. Aucune des modifications apportées par cette dernière loi à la législation précédente ne porte atteinte au principe établi par la loi du 21 avril 1810, article 32, d'après lequel *l'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce, et n'est pas sujette à patente.*

Quand une mine a été en perte pendant une année et n'a pas dû en conséquence être imposée à la redevance proportionnelle, il n'y a pas lieu, lors de l'imposition de l'année suivante, de porter le déficit en ligne de compte dans la dépense de cette dernière année.

3e série, t. XIII, p. 735.

Quand deux mines formant des concessions distinctes appartiennent au même propriétaire, elles doivent être considérées isolément à l'égard de la redevance; et, en conséquence, le déficit de l'une des mines ne peut être admis en dépense dans l'évaluation du revenu net imposable de l'autre mine.

3e série, t. XIII, p. 736.

Lorsque plusieurs concessions sont réunies entre les mains d'un même propriétaire et que celui-ci veut obtenir un abonnement à la redevance proportionnelle, il doit former une demande spéciale pour chaque mine; une décision spéciale doit intervenir sur chaque demande d'abonnement.

3e série, t. VIII, p. 739.

Quant une mine est affermée par le concessionnaire qui la possède, le prix du *fermage* ne doit pas être considéré comme le *revenu net imposable*. Ce revenu doit être déterminé abstraction faite du fermage et en tenant compte, comme d'ordinaire, du produit brut et des dépenses qui se rapportent à l'exercice pour lequel l'imposition a lieu.

3e série, t. XIII, p. 740.

Le produit des travaux de recherches de mines, lorsqu'il n'y a pas encore de concession, n'est point soumis aux redevances établies au profit de l'État.

3e série, t. XIV, p. 521.

Les mines de fer doivent être imposées sur le produit net de l'extraction et non sur le produit net de la fonte obtenue du minerai, soit que l'exploitant vende le minerai, soit qu'il le traite lui-même dans des usines qui lui appartiennent.

3e série, t. XV, p. 665.

La taxe fixe imposée par l'ordonnance qui autorise l'établissement d'une usine, cesse d'être exigible, lorsque cette ordonnance est rapportée sur la demande du permissionnaire.

4e série, t. VI, p. 669.

La taxe fixe imposée par l'art. 74 de la loi du 21 avril 1810, n'est point applicable aux permissions relatives aux lavoirs à bras ou à cheval.

3e série, t. XVII, p. 687.

Les sources ou puits d'eau salée sont, comme les mines de sel, sujets à concession, et dès lors ils ne sont pas sujets à patente.

3e série, t. VI, p. 532.

Le droit proportionnel de patente à payer par un propriétaire d'usine doit être établi d'après le revenu de l'usine.

Lorsque l'évaluation du revenu a été faite à l'époque de la confection du rôle cadastral et qu'une expertise a constaté la justesse de cette évaluation, le droit proportionnel doit être payé d'après les bases arrêtées dans la fixation première.

3e série, t. VI, p. 536.

Le propriétaire qui vend de la tourbe qu'il extrait de son terrain ne fait point un acte de commerce et n'est point sujet à patente.

3e série, t. X, p. 600.

Lorsqu'un industriel, qui a dans ses magasins des marchandises en fonte, en livre au commerce, il doit acquitter le droit de patente en qualité de marchand de fer en gros.

3e série, t. XII, p. 658.

Les usines à fer où le minerai de fer est fondu doivent, sans exception, être soumises au régime de la patente.

3e série, t. XV, p. 665.

Lorsqu'un marchand de houille vend, à la fois, en gros et en détail, il est sujet à la patente de marchand en gros.

4e série, t. VI, p. 604.

Des cultivateurs qui exploitent accidentellement de la pierre dans leurs terrains, sans en faire leur profession habituelle, ne sont pas, par le fait de cette exploitation, imposables à la patente.

4e série, t. VI, p. 605.

Les combustibles employés dans les établissements industriels, pour la préparation des produits destinés au commerce général, sont exempts du payement des droits d'octroi.

4e série, t. VI, p. 602.

Mines, Usines, etc., Concours des propriétaires aux travaux des chemins, etc.

1. Les concessionnaires de mines qui, pour leur exploitation, font usage des chemins existants dans la localité, peuvent être astreints à des subventions pour reconstruction, réparation ou entretien desdits chemins.

2. Lorsque la détermination de leur part contributive donne

lieu à des contestations, ces contestations sont du ressort du conseil de préfecture, qui doit statuer comme en matière de contributions directes, sauf recours à l'autorité supérieure.

3. Le propriétaire ainsi imposé ne peut attaquer le devis des travaux dressé sur les bases d'un devis primitif.

4. L'adjudication n'est point invalidée parce que l'adjudicataire est membre du conseil municipal.

5. L'obligation première subsiste dans toute son étendue, sans qu'il soit nécessaire de constater l'état où se trouve l'exploitation de l'usine.

3e série, t. VI, p. 531.
— t. VII, p. 592.

1. Les propriétaires ou exploitants de mines ou d'usines peuvent être tenus de concourir à la réparation des chemins vicinaux que leurs exploitations dégradent.

2. Le droit d'exiger ces subventions spéciales n'est pas restreint au cas où les ressources ordinaires de la commune sont insuffisantes.

3. Elles doivent être réglées chaque année, dans la proportion du dommage causé, et non être déterminées une fois pour toutes à une somme fixe.

3e série, t. IX, p. 634.

Un maître de forges ne doit pas être imposé à la prestation en nature pour ses employés, chefs d'ateliers et maîtres ouvriers.

3e série, t. XX, p. 664.

Contraventions.—Police.—Amendes.—Emprisonnement.

Lorsque le propriétaire d'une usine située sur un cours d'eau n'a point exécuté les ouvrages que son titre de permission lui a prescrits dans un intérêt public, l'administration a le droit de mettre l'usine en chômage alors même que le cours d'eau n'est ni navigable ni flottable.

3e série, t. VIII, p. 578.

Lorsqu'en matière de police, il a été fait remise d'une amende par ordonnance royale, sans réserve expresse de la part attribuée aux agents de l'administration, ceux-ci ne sont point admissibles à en réclamer le payement.

3e série, t. VIII, p. 582.

1. L'arrêt du conseil, du 5 avril 1772, qui défend d'ouvrir aucune carrière à moins de 30 toises des routes, est resté en vigueur depuis la loi du 21 avril 1810, et doit être appliqué, soit qu'il s'agisse de travaux souterrains ou de travaux à ciel ou-

vert, partout où il n'existe point de règlement particulier pour ces exploitations.

2. L'infraction à la prohibition portée par cet arrêt, pour la conservation des grandes routes, est une contravention de grande voirie et qui, par conséquent, est justiciable des conseils de préfecture.

T. II, p. 282 et 283.

La peine d'emprisonnement ne doit être prononcée, aux termes de l'article 96 de la loi du 21 avril 1810, que lorsqu'il y a récidive.

3ᵉ série, t. XX, p. 667.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

SECOND SEMESTRE 1844.

Ordonnance du 1er juillet 1844, qui autorise les sieurs Charles CAPDEVILLE et Cie, *à établir sur le ruisseau du* LEYRON, *dans la commune de* LACANAU (Gironde), *une usine à fer composée :* — Usine à fer, à Lacanau.

D'un haut-fourneau;
De deux feux d'affinerie;
D'un cubilot;
D'un bocard pour les scories;
D'une machine soufflante, et des machines de compression nécessaires à la fabrication du fer.

Ordonnance du 26 juillet 1844, qui accorde aux sieurs Nicolas *et* Pierre GÉRARD *la concession de mines de fer hydroxydé oolitique, situées dans la commune de* COSNES, *arrondissement de* BRIEY (Moselle). — Mines de fer du Coulmy.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession du Coulmy*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Sud-Est, par le chemin de Halanzy, dans le grand-duché du Luxembourg, au Coulmy, à partir de la frontière entre le bois dit des Jésuites et le bois de Chatelle, point A

du plan, jusqu'à sa rencontre avec le ruisseau du Coulmy au point B;

Au Sud, par la rive gauche dudit ruisseau, depuis le point B jusqu'à sa rencontre, au point M, avec une ligne droite menée d'un coude du chemin de la queue de l'étang de Narmont, voisin de l'extrémité de cet étang, à l'angle nord-ouest de la frontière, point N du plan;

Au Nord-Ouest, par la portion de ladite ligne droite comprise entre le point M et le point N;

Au Nord, à partir dudit point N, par la frontière du grand-duché du Luxembourg, jusqu'au point A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de soixante-deux hectares.

Mines de fer de la Pinouse et de Sarrat-Magre.

Ordonnance du 26 juillet 1844, qui accorde au sieur Michel Noell *et aux ayants droit de la* dame Marie Solera, *épouse en premières noces dudit sieur* Noell, *la concession de mines de fer situées dans la commune de* Velmanya, *arrondissement de* Prades (Pyrénées-Orientales).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de la Pinouse et de Sarrat-Magre*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir du confluent du ravin de Manenou avec la rivière de la Descargues, point G du plan, par ladite rivière jusqu'au point H, où elle reçoit le ravin de Sarrat-Magre;

A l'Est, à partir dudit point H par une ligne droite menée au roc Fournat, sur la crête de Sarrat-Magre, point A du plan, et par une autre ligne droite tirée dudit point A au pic de la Fortune, et prolongée jusqu'à sa rencontre au point R du plan avec la ligne BC menée du Sarrat del Pla del Pilotte au Sarrat del Manenou;

Au Sud, à partir dudit point R par la ligne RC aboutissant au Sarrat del Manenou, point C du plan, et par

la ligne CD aboutissant au collet de la Sirène, point D du plan;

A l'Ouest, à partir du point D par une ligne droite menée au coude du ravin de Manenou, point E du plan, et de ce point E par le ravin de Manenou, en le descendant jusqu'à son confluent avec la rivière de la Descargues, au point G du plan;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de soixante-onze hectares, soixante-onze ares.

Ordonnance du 26 juillet 1844, *portant que les sieurs* BECQUEY *et* COLLETTE DE BAUDICOURT *sont autorisés à maintenir en activité leur usine à fer de* MARNAVAL, *située sur la* Marne, *commune de* SAINT-DIZIER (Haute-Marne), *et à augmenter cette usine d'un haut-fourneau.* Usine à fer de Marnaval.

La consistance de l'établissement demeure en conséquence fixée comme suit :

2 hauts-fourneaux ;
2 fours à puddler ;
3 chaufferies à la houille ;
1 feu de martinet à la houille ;
1 bocard à mines et 1 patouillet;
1 bocard à crasses.

Ordonnance du 26 *juillet* 1844, *qui autorise le sieur* François ESCAICH *à établir un martinet à parer le fer, à côté d'un moulin à plâtre qu'il possède sur une dérivation du ruisseau de* LABAT, *au quartier dit le* BONSUJAS DEL ROC, *commune de* SAINT-PAUL (Ariége) *; ledit martinet allant à la houille et comprenant un feu et un marteau.* Martinet, à Saint-Paul.

Ordonnance du 3 *août* 1844, *qui autorise le sieur* D'HUNOLSTEIN *à établir un second haut-fourneau et un atelier de moulage dans les usines d'*OTTANGE, *situées dans l'arrondissement de* THIONVILLE (Moselle). Usines d'Ottange.

Patouillet, à Bissey-la-Côte.

Ordonnance du 3 août 1844, qui autorise le sieur Antoine Belgrand *à maintenir en activité le patouillet destiné à la préparation du minerai de fer, qui est établi sur le ruisseau* le Ruot, *commune de* Bissey-la-Côte (Côte-d'Or).

Recherches de zinc, plomb, cuivre et autres métaux, commune de Lusse.

Ordonnance du 5 août 1844, qui autorise les sieurs Renaud-Saint-Amour *et* de Lara *à continuer des recherches de minerais de zinc, de plomb, de cuivre et autres métaux, entreprises dans un terrain appartenant à la commune de* Lusse (Vosges).

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics,

Vu la demande adressée au préfet des Vosges, le 3 février 1844, par les sieurs Renaud-Saint-Amour et de Lara, tendant à obtenir l'autorisation de continuer les recherches de minerais de zinc et autres, que l'ordonnance royale du 11 septembre 1841 a permis au sieur de Saint-Amour d'entreprendre dans un terrain appartenant à la commune de Lusse;

La délibération du conseil municipal de Lusse, du 10 du même mois, par laquelle il déclare refuser son consentement;

Les rapports des ingénieurs des mines, des 30 avril et 7 mai;

L'avis du préfet, du 11 mai;

L'avis du conseil général des mines, du 24 mai;

Vu les articles 10, 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810;

Vu notre ordonnance du 11 septembre 1841;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Le sieur Renaud Saint-Amour et le sieur de Lara sont autorisés à continuer les recherches de minerais de zinc, de plomb, de cuivre et autres métaux, entreprises en vertu de l'ordonnance royale du 11 septembre 1841, dans le terrain appartenant à la commune de Lusse, en amont du pré dont le sieur Saint-Amour est propriétaire.

Art. 2. La durée de cette permission est fixée à une

année, à partir de la notification qui aura été faite de la présente ordonnance aux permissionnaires.

Art. 3. Avant le commencement des nouvelles fouilles, il sera dressé par les agents communaux procès-verbal de l'état des lieux où les travaux devront être établis.

Art. 4. Les déblais provenant de ces travaux seront déposés sur les places indiquées par le maire de la commune et, de préférence, dans les excavations qui existent déjà.

Art. 5. Les permissionnaires seront tenus de combler et de niveler autant que possible, au fur et à mesure qu'elles seront abandonnées, les excavations produites par les recherches. Ces travaux de remblai seront exécutés d'office par les ordres du maire de Lusse, dans les trois premiers mois qui suivront l'expiration de la présente permission, s'ils n'ont pas été faits immédiatement par les sieurs Renaud Saint-Amour et de Lara.

Art. 6. Tous travaux d'exploitation sont formellement interdits aux permissionnaires, qui ne pourront exécuter que des travaux de recherche et de reconnaissance, et il n'est rien préjugé sur le choix qui pourra être fait ultérieurement d'un concessionnaire pour les mines qui viendraient à être découvertes.

Art. 7. Les permissionnaires se conformeront pour la conduite des recherches aux lois et règlements sur les mines, ainsi qu'aux instructions qui leur seront données par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 8. Ils payeront à la commune de Lusse, préalablement à tous travaux, les indemnités qui pourront lui être dues à raison de l'occupation du terrain et des dégâts qui seraient causés.

A défaut d'accord entre les parties, lesdites indemnités seront déterminées par le conseil de préfecture, d'après le mode établi par les art. 56 et 57 de la loi du 16 septembre 1807 et en suivant les règles prescrites par les art. 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 9. En cas d'interruption des travaux sans cause reconnue légitime, de contraventions qui seraient de nature à compromettre la sûreté publique ou celle des ouvriers, ou d'infractions aux dispositions ci-dessus prescrites, la permission pourra être retirée sur la proposition du préfet et l'avis de l'ingénieur des mines, les permissionnaires ayant été entendus. Elle cessera de plein droit

si une concession est instituée avant le terme indiqué dans l'article 2.

Art. 10. Notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera affichée pendant un mois dans la commune de Lusse, à la diligence du maire et aux frais des permissionnaires.

Tourbières du département de la Marne.

Ordonnance du 5 août 1844, relative à l'exploitation des tourbières du département de la MARNE.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu les rapports et projets de règlement présentés par l'ingénieur en chef des mines, pour l'exploitation des tourbières du département de la Marne;

Les avis du préfet, des 19 mai 1840 et 22 février 1842;

L'avis du conseil général des mines, du 31 août 1843;

Vu nos ordonnances des 14 janvier et 3 juin 1831, et 19 juillet 1841, relatives au dessèchement des marais tourbeux de *Saint-Gond*, de *Pleurs* et d'*Anglure*;

La loi du 21 avril 1810;

Les art. 35, 36 et 37 de la loi du 16 septembre 1807;

Le titre VII de la loi du 18 juillet 1837 sur l'administration municipale;

L'article 10 de la loi de finances du 14 juillet 1838, lequel autorise la perception des frais de travaux intéressant la salubrité publique;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Les tourbières communales ou particulières que renferme le département de la Marne, seront, à compter de la publication de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police ci-après prescrites.

TITRE PREMIER.

RÈGLES RELATIVES A L'EXPLOITATION.

Art. 2. Conformément à l'art. 84 de la loi du 21 avril 1810 et sous les peines portées audit article, tout proprié-

taire de terrain tourbeux qui voudra continuer ou commencer à exploiter de la tourbe, devra préalablement en faire la déclaration et en obtenir l'autorisation.

Cette autorisation n'aura d'effet que pour la durée d'une campagne; elle sera renouvelée par le préfet, s'il y a lieu, chaque année, sur la demande du propriétaire et sur le rapport de l'ingénieur des mines du département.

Les déclarations dont il s'agit seront adressées, trois mois avant le commencement des travaux, au sous-préfet, par l'intermédiaire du maire.

Art. 3. Le sous-préfet prendra les renseignements nécessaires sur l'objet de ces déclarations qu'il transmettra au préfet avec ses observations. Elles seront communiquées immédiatement à l'ingénieur des mines. Celui-ci se transportera, s'il en est besoin, sur les lieux, et proposera au préfet les conditions spéciales qui seraient à prescrire dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques. De ce nombre seront l'obligation, pour les exploitants, de contribuer aux dépenses communes qu'exigerait l'exécution des travaux nécessaires à l'écoulement des eaux et autres ouvrages d'art devant leur profiter; de faire en outre communiquer, à leurs frais et risques, les eaux des entailles tourbées avec les grandes rigoles ou canaux d'égout, soit par la confection de nouveaux fossés, soit au moyen d'anciennes entailles.

Art. 4. Il sera tenu, tant à la préfecture que dans le bureau de l'ingénieur des mines, un registre par ordre de dates et de numéros des déclarations adressées et des autorisations accordées.

Art. 5. Les exploitants devront se conformer, tant aux conditions qui leur auront été prescrites qu'aux dispositions du présent règlement, ainsi qu'aux instructions qui leur seront données par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, en ce qui concerne la sûreté et la salubrité publiques et l'assainissement des terrains, sous peine, conformément à l'art. 86 de la loi du 21 avril 1810, d'être contraints à cesser leurs travaux.

Art. 6. Aux termes de l'article 40, titre XXVII de l'ordonnance d'août 1669, sur les eaux et forêts, des articles 85 et 86 de la loi du 21 avril 1810, il est expressément enjoint aux exploitants de laisser entre leurs travaux et les voies de communication par terre, les cours d'eau et les terrains des propriétaires voisins, les dis-

tances indiquées ci-après, lesquelles seront considérées comme un minimum, savoir :

Pour les rivières navigables. . . . . 12 mètres.
Pour les routes et chemins 10
Pour les canaux de desséchement, les rivières non navigables et les ruisseaux. 8
Pour les propriétés voisines. 3

Sous peine de tous dépens, dommages et intérêts, rétablissement des lieux dans leur premier état, et sans préjudice des amendes et autres peines encourues pour le fait de contraventions aux lois et règlements.

Art. 7. Dans le cas où les exploitants n'exécuteraient pas les travaux mis à leur charge par les arrêtés d'autorisation, ou négligeraient de les entretenir, il serait pourvu aux dispositions nécessaires par le préfet, sur le rapport des ingénieurs, et après que les exploitants auraient été mis en demeure. Les dépenses qui, par suite, auront été faites seront constatées, réglées et réparties dans les formes qu'établit le titre III du présent règlement.

Art. 8. Les dispositions des articles précédents seront applicables à l'exploitation des tourbes qui s'opérera tant dans les portions de marais tourbeux partagés, que dans ceux qui appartiennent aux communes à titre privatif et à la jouissance desquels les habitants participent en commun.

TITRE II.

RÈGLES PARTICULIÈRES AUX MARAIS COMMUNAUX.

Art. 9. Les demandes de tourbage dans les marais communaux seront faites, chaque année, trois mois avant le commencement des travaux, au nom des communes par leurs maires respectifs, et appuyées des délibérations des conseils municipaux. Ces demandes feront connaître d'une manière précise l'emploi ou la destination de la tourbe à extraire.

Art. 10. L'ingénieur des mines auquel ces demandes seront communiquées, se rendra sur les lieux pour vérifier par des sondages, l'épaisseur du banc de la tourbe à exploiter, évaluer les quantités de tourbes que les emplacements à désigner contiendront et déterminer l'étendue superficielle du terrain à livrer à l'extraction.

Il dressera de cette opération un procès-verbal en double expédition, dans lequel il proposera, conformément à l'article 5 du présent règlement, les dispositions que réclameront et l'intérêt général et l'intérêt des communes. Une des expéditions restera entre les mains du maire, l'autre sera, à la diligence de l'ingénieur des mines, transmise au préfet pour être statué.

Art. 11. Dans le cas où, par suite de circonstances imprévues, le tourbage ne pourrait s'exécuter dans l'emplacement déterminé, il en sera donné connaissance au préfet, pour qu'il avise aux mesures à prendre.

S'il y a urgence, le sous-préfet, sur l'avis du conseil municipal réuni en séance extraordinaire, pourra autoriser l'exploitation dans d'autres emplacements, à la charge par lui d'en rendre un compte immédiat au préfet, lequel statuera définitivement.

Art. 12. L'ingénieur des mines visitera, pendant leur durée, les travaux de tourbage. Lorsqu'ils seront terminés, il procédera à la reconnaissance des terrains tourbés, et vérifiera si les limites des emparquements n'ont point été dépassées.

A la fin de chaque année, il adressera au préfet un rapport presentant, par commune, les résultats et les circonstances principales des tourbages exécutés pendant la campagne.

Art. 13. L'autorité municipale exercera une surveillance constante sur les opérations du tourbage et l'exécution des travaux d'art. Elle devra donner immédiatement avis aux ingénieurs et au sous-préfet de toutes les circonstances imprévues qui viendraient à se manifester.

Art. 14. Les arrêtés annuels du préfet régleront, sur le vu des délibérations des conseils municipaux et des rapports de l'ingénieur des mines, tout ce qui concerne l'extraction des tourbes, la délivrance qui en sera faite aux habitants, et le mode de vente de tout ou partie desdites tourbes que la commune aura fait extraire à son profit. Dans ces arrêtés seront aussi réglées toutes les conditions particulières qui seront à imposer aux habitants relativement à l'extraction de la tourbe, laquelle extraction aura lieu par le concours des habitants, par voie de régie ou par adjudication au rabais.

TITRE III.

RÉPARTITION DES DÉPENSES. — PERCEPTIONS QUI EN SONT LA SUITE.

Art. 15. Seront à la charge de tous les exploitants, propriétaires de terrains tourbeux ou habitants de communes qui se livreront à l'extraction de tourbes, les dépenses faites ou à faire pour les ouvrages de dessèchement, d'attérissement, pour l'ouverture et l'entretien des rigoles d'embranchement et autres travaux d'art, ainsi que les frais du tracé de ces ouvrages et travaux, ceux de sondage, emparquements et autres opérations relatives au tourbage.

Art. 16. Les répartitions à opérer en exécution de l'article précédent, seront faites dans les formes établies par les articles 35, 36 et 37 de la loi du 16 septembre 1807, sur états détaillés que fournira l'ingénieur, et après que les propriétaires et exploitants et les conseils municipaux, en ce qui concerne les intérêts des communes, auront été entendus.

La part contributive de chaque exploitant pourra, selon les cas, être réglée par le conseil de préfecture en une rétribution par chaque millier de tourbes extrait des marais auxquels la dépense devra profiter.

La somme mise à la charge de chaque commune sera, par les soins du conseil municipal, subdivisée entre les habitants proportionnellement à la quantité de tourbes qui leur sera délivrée.

Art. 17. La perception de ces sommes partielles sera faite, dans chaque commune, par le receveur municipal; elle aura lieu aux époques qui seront fixées par le préfet.

TITRE IV.

RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 18. Les contraventions aux dispositions du présent règlement seront constatées, dénoncées et poursuivies conformément aux articles 84 et 86 de la loi du 21 avril 1810, lorsqu'elles auront lieu en matière de voirie et de police, et conformément à la loi du 29 floréal an X, lorsqu'elles auront lieu en matière de grande voirie.

Art. 19. La présente ordonnance sera insérée au Bulletin des lois et au recueil des actes administratifs du département de la Marne.

Art. 20. Nos ministres secrétaires d'État aux départements des travaux publics, de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

---

*Ordonnance du 5 août 1844, relative à l'exploitation des tourbières du département de l'*Aube.

Tourbières du département de l'Aube.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu le rapport du 25 mai 1840 et les projets de règlement y annexés, présentés par l'ingénieur en chef des mines pour l'exploitation des tourbières du département de l'Aube;

Les avis du préfet, des 7, 9, 10 et 15 décembre 1840;

L'avis du conseil général des mines, du 8 mars 1844;

La loi du 21 avril 1810;

Les articles 35, 36 et 37 de la loi du 16 septembre 1807;

Le titre VII de la loi du 18 juillet 1837 sur l'administration municipale;

L'article 10 de la loi de finances du 14 juillet 1838, lequel autorise la perception des frais de travaux intéressant la sûreté publique;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Les tourbières communales ou particulières que renferme le département de l'Aube seront, à compter de la publication de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police ci-après prescrites.

TITRE PREMIER.

RÈGLES RELATIVES A L'EXPLOITATION.

Art. 2. Conformément à l'art. 84 de la loi du 21 avril 1810, et sous les peines portées au dit article, tout propriétaire de terrains tourbeux qui voudra commencer

à exploiter de la tourbe, devra préalablement en faire la déclaration et en obtenir l'autorisation.

Les déclarations contenant les noms, prénoms, professions et demeures des demandeurs, seront accompagnées d'un plan en triple expédition, sur l'échelle du cadastre, indiquant l'étendue des terrains tourbeux à exploiter, et leur position par rapport aux rigoles principales ouvertes ou à ouvrir pour l'écoulement des eaux.

L'autorisation de tourber n'aura d'effet, etc. (*La suite comme à l'art. 2 de l'ordonnance ci-dessus.*)

Art. 3. Le sous-préfet prendra les renseignements nécessaires sur l'objet de ces déclarations, et les soumettra au préfet avec ses observations. L'ingénieur des mines, auquel elles seront communiquées, se transportera, s'il en est besoin, sur les lieux, et proposera au préfet d'insérer dans l'arrêté d'autorisation les conditions spéciales qui seraient à prescrire dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques. De ce nombre seront, etc. (*La suite comme à l'art.* 3 *de l'ordonnance ci-dessus.*)

Art. 4. Il sera tenu dans les bureaux de la préfecture et dans celui de l'ingénieur des mines, un registre, etc. (*La suite comme à l'art.* 4 *de l'ordonnance ci-dessus.*)

Art. 5, 6, 7, 8. (*Comme les articles correspondants de l'ordonnance ci-dessus.*)

TITRE II.

RÈGLES PARTICULIÈRES AUX MARAIS COMMUNAUX.

Art. 9, 10, 11, 12, 13, 14. (*Comme les articles correspondants de l'ordonnance ci-dessus.*)

TITRE III.

RÉPARTITION DES DÉPENSES. — PERCEPTIONS QUI DOIVENT EN ÊTRE LA SUITE.

Art. 15, 16, 17. (*Comme les articles correspondants de l'ordonnance ci-dessus.*)

TITRE IV.

RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 18. (*Comme l'art.* 18 *de l'ordonnance ci-dessus.*)

Art. 19. La présente ordonnance sera insérée au bulletin des lois et au recueil des actes administratifs du département de l'Aube.

Art. 20. Nos ministres secrétaires d'État aux départements des travaux publics, de l'intérieur et des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 5 août 1844, qui autorise les sieurs Dupont *et* Dreyfus *à maintenir en activité deux lavoirs pour la préparation du minerai de fer, qu'ils ont établis au lieu dit* Vincent, *commune de* Marcq (Ardennes), *sur un terrain qu'ils tiennent à bail du sieur* Cauriez. Lavoirs à bras, commune de Marcq.

(Extrait.)

Art. 26. La permission présentement accordée cessera d'avoir son effet à l'expiration du bail consenti par le sieur Cauriez aux sieurs Dupont et Dreyfus, ou à la fin du renouvellement du bail, s'il y a lieu, à moins que les permissionnaires n'aient été autorisés à continuer d'occuper, en vertu de l'art. 80 de la loi du 21 avril 1810, le terrain où sont situés les lavoirs ci-dessus autorisés.

Ordonnance du 7 août 1844, qui autorise le sieur Charles (Pierre) *à établir quatre lavoirs à bras pour la préparation des minerais de fer, sur le ruisseau de* la Torcelle, *dans la commune de* Fontenelle (Côte-d'Or). Lavoirs à bras, à Fontenelle,

---

Ordonnance du 7 août 1844, qui autorise les sieurs Henry *et* Desmousseaux-Noizet *à ajouter à leur usine de* Matton (Ardennes), *un bocard à piler les crasses.* Bocard à piler les crasses, dans l'usine de Matton.

Saline, à Oraas. *Ordonnance du 7 août 1844, qui autorise les sieurs* Franklin Thore, Victor Meyrac, Laurent Magnes *et* François Dubourg, *oncle et neveu, à maintenir en activité la saline qu'ils possèdent dans la commune d'*Oraas (Basses-Pyrénées); *ladite saline renfermant neuf poêles d'évaporation, qui présentent ensemble une surface de 472 mètres carrés, et six chaudières servant de réservoirs pour les eaux à évaporer.*

(Extrait.)

Art. 3. Dans le cas où les permissionnaires modifieraient les dispositions intérieures de leur usine, ils seront tenus de lui conserver une consistance suffisante pour une fabrication annuelle de cinq mille quintaux métriques de sel au moins, destinés à être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt; à défaut de quoi, il leur sera fait application de l'art. 8 de la loi du 17 juin 1840.

Lavoirs à bras, à Champigneulle. *Ordonnance du 7 août 1844, qui autorise le sieur* Lorcet *à maintenir en activité deux lavoirs qu'il a établis pour la préparation du minerai de fer dans un terrain qu'il tient à bail de la dame veuve* Herbin-Billeret *et du sieur* Pérignon, *au lieu dit* Mohin, *commune de* Champigneulle (Ardennes).

(Extrait.)

Art. 2. Ces lavoirs seront alimentés par le trop plein du moulin de Mobin, et par une source située en aval du réservoir du moulin, dans une terre appartenant au sieur Lorcet.

Art. 23. La permission présentement accordée, cessera d'avoir son effet à l'expiration du bail consenti le 1er mars 1840, pour neuf années, à partir du 1er mars 1844, c'est-à-dire le 1er mars 1853, ou à la fin du renouvellement de ce bail, s'il a lieu, à moins que le permission-

naire n'ait été autorisé à continuer d'occuper, en vertu de l'art. 80 de la loi du 21 avril 1810, le terrain où sont situés les lavoirs ci-dessus autorisés.

Ordonnance du 7 août 1844, qui autorise le sieur PARPAITE *à maintenir en activité l'usine à fer qu'il a établie sur la tête d'eau des moulins de* CARIGNAN, *commune de ce nom* (Ardennes). Usine à fer de Carignan.

Cette usine demeure composée :
D'un four à laminer le fer,
D'un four à fondre,
D'un équipage de cylindres et d'un équipage de taillants.

(Extrait.)

Le permissionnaire est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Carignan. Il se soumettra à l'exercice des employés des douanes, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister d'un officier municipal.

Ordonnance du 10 août 1844, qui autorise la dame veuve DE WENDEL *à maintenir en activité dans ses forges de* HAYANGE (Moselle), *un quatrième haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, placé à côté des trois existants dans le même bâtiment, et alimenté par les mêmes machines soufflantes.* Forges de Hayange.

Ordonnance du 12 août 1844, qui accorde au sieur GENOLIN *et* Cie *la concession de mines de calcaire et grès bitumineux situées dans la commune de* FORENS, *arrondissement de* NANTUA (Ain). Mines de calcaire et grès bitumineux de Forens-Sud.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Forens-Sud*, est limitée, conformément au

plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Ouest, par la limite de la commune de Champfronnier, depuis le point A, où la rivière de la Valserine entre dans cette commune, jusqu'au point B, où ladite limite coupe la ligne menée de la maison brûlée à l'angle sud de la maison Gros-Gojat;

Au Nord, par deux lignes droites BC et CD, dirigées de la maison brûlée à la maison Gros-Gojat, et de cette dernière maison à l'angle sud de la grange de Pissont jusqu'à sa rencontre en E avec le ruisseau de Forens;

A l'Est, par le ruisseau de Forens, depuis le point E jusqu'à son confluent F avec la Valserine, et par cette rivière jusqu'à sa rencontre avec la limite de la commune de Champfronnier, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, vingt-cinq hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés :

1° A une rente de 15 centimes par hectare pour tous les propriétaires de terrains compris dans la concession;

2° A une redevance au profit des propriétaires dans les terrains desquels l'extraction aura lieu, laquelle redevance est fixée au vingtième des minerais extraits, prêts à être vendus ou à être broyés ou distillés, quand l'exploitation se fera à ciel ouvert; et au quarantième des mêmes minerais, lorsque l'exploitation aura lieu par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par les concessionnaires, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Ces dispositions seront applicables, nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Mines de lignite des Routes.

Ordonnance du 24 *août* 1844, *qui accorde aux sieurs* Auguste comte DE DAVID-BEAUREGARD, Alphonse vicomte DE DAVID-BEAUREGARD *et* Louis-François-Alphonse DE BOUTINY, *la concession de*

mines de lignite situées dans les communes de Toulon *et d'*Ollioules, *arrondissement de* Toulon (Var).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession des Routes*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par quatre lignes droites, menées entre les points ci-après, savoir :

Au Nord, le château Vallon et le centre du fort Rouge ;

A l'Est, le centre du fort Rouge et le confluent du ravin de Forgentin et de la rivière neuve de Dardennes ;

Au Sud, ledit confluent et le point où le chemin dit de Faveyrolles traverse le vallon du même nom ;

A l'Ouest, l'intersection des chemin et vallon de Faveyrolles et le château Vallon, point de départ ;

Lesdites limites indiquées au plan par les lettres A, B, C, D, et renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés quatre hectares.

Ordonnance du 24 *août* 1844, *qui autorise le sieur* de Dorlodot *à établir au lieu dit* Sous-le-bois-du-Tilleul, *commune de* Maubeuge (Nord), *une usine à fer composée :* Usine à fer, à Maubeuge.

D'un four de fusion,

De douze fours à puddler,

De sept fours à réchauffer,

De deux cubilots,

Des machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine,

Des machines de compression et d'étirage servant à la fabrication du fer,

Et de tous les accessoires nécessaires, tels que tours, cisailles, ateliers de moulage, etc.

(Extrait.)

Art. 3. Le sieur de Dorlodot se soumettra à la formalité du compte ouvert à la douane, et au libre exercice

des préposés des douanes dans son usine, sans l'assistance d'un officier municipal.

Art. 4. Il ne pourra faire usage dans son usine que de combustibles minéraux.

Art. 8. Il sera tenu de se conformer aux règlements existants ou à intervenir sur les machines à vapeur.

Usine à fer, à Crespin.

Ordonnance du 24 *août* 1844, *qui autorise les sieurs* Dupont et Cie, *à établir près de la station du chemin de fer de* Blanc-Mineron, *dans la commune de* Crespin (Nord), *une usine à fer composée :*

D'un four de finerie,
De quatre fours à puddler,
De deux fours à réchauffer,
De deux cubilots,
Des machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine,
Des machines de compression et d'étirage servant à la fabrication du fer,
Et de tous les accessoires nécessaires, tels que tours, cisailles, ateliers de moulage, etc.

(Extrait.)

Art. 2. L'usine n'aura qu'une seule entrée, laquelle sera placée sur la route de Crespin. Le mur d'enceinte aura 4 mètres de hauteur sans nulle ouverture. Aucune annexe ne pourra être créée en avant de l'usine du côté de l'étranger.

Art. 4. Les permissionnaires se soumettront à la formalité du compte ouvert à la douane, et au libre exercice des préposés des douanes dans leur usine, même aux heures de nuit, sans l'assistance d'un officier municipal.

Les agents de l'administration des douanes seront admis à exercer leur contrôle sur la fabrication, à l'effet de constater le déchet qui résultera des diverses élaborations auxquelles la fonte sera soumise.

Art. 5. Les deux tiers au moins des ouvriers occupés dans l'usine devront être Français et domiciliés en France.

Art. 6. Les permissionnaires ne pourront faire usage dans leur usine que de combustibles minéraux.

Art. 10. Ils seront tenus de se conformer aux règlements existants ou à intervenir sur les machines à vapeur.

Ordonnance du 9 *septembre* 1844, *qui autorise le sieur* Pierre-Philémon FOUQUET *à convertir en une usine à laiton les moulins à papier dits les* MOULINS DE RATTIES, *situés sur la* RISLE, *commune de* NEAUFLES (Eure).

Usine à laitons, commune de Neaufles.

La consistance de cette usine est fixée ainsi qu'il suit :
Un feu de chaufferie,
Un fourneau de fusion à six creusets,
Un fourneau à réverbère,
Un laminoir pour les grandes et petites planches,
Et une fenderie.

Ordonnance du 30 *septembre* 1844, *portant autorisation au sieur* LAGARD *de maintenir en activité le patouillet d'*YVERNAUMONT.

Patouillet d'Yvernaumont.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics;

Vu, etc.;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Le sieur Lagard est autorisé à maintenir en activité un patouillet pour la préparation du minerai de fer dans la commune d'Yvernaumont (Ardennes).

Les plans nos 1 et 2 resteront annexés à la présente ordonnance.

Art. 2. Ce patouillet sera alimenté par les eaux de la source de Roger-Fontaine, située dans la propriété du permissionnaire.

La chute totale de l'usine entre le niveau de la retenue et l'extrémité du canal de fuite qui débouche dans la rivière de Vence, sera de 4 mètres.

Art. 3. La hauteur de la vanne motrice au-dessus du seuil est fixée à $0^m,22$.

Art. 4. La vanne du pertuis, placée dans la paroi du bassin, devra être levée toutes les fois que la vanne motrice sera baissée.

Art. 5. Afin de faciliter à l'avenir les moyens de constater les changements qui pourraient être indûment apportés à la hauteur de la retenue, il sera posé, dans le lieu qui sera désigné par l'ingénieur des ponts-et-chaussées, chargé de surveiller les travaux, un repère définitif et invariable, auquel seront rapportées toutes les hauteurs des ouvrages hydrauliques de l'usine, et notamment les niveaux de la vanne du pertuis dont il a été parlé plus haut.

Il sera fait mention de la pose de ce repère dans le procès-verbal de récolement des travaux.

Art. 6. Le propriétaire de l'usine et son fermier sont responsables de la conservation du repère régulateur du point d'eau.

Art. 7. Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Art. 8. Les eaux bourbeuses sortant de la cuve inférieure du patouillet seront conduites dans l'un des bassins marqués à l'encre rouge sur le plan n° 2 par les lettres A,B,C,D et A'B'C'D'. Ces bassins serviront alternativement. Les eaux sales seront conduites dans l'un, quand on procédera au curage de l'autre. Chacun d'eux aura une superficie de 825 mètres carrés, et une profondeur de $1^m,55$ au-dessous du niveau de l'eau entrant dans le bassin. Chacun des bassins sera terminé par un déversoir large de 3 mètres, long de 2 mètres, construit en maçonnerie imperméable, et dont la superficie de glissement sera en pierres de taille, de $0^m,25$ au moins d'épaisseur, et arasée à $0^m,15$ au-dessous du niveau de l'eau de la cuve inférieure, soit à $1^m,40$ au-dessus du fond horizontal.

Art. 9. Les eaux sortant des bassins ABCD, A'B'C'D', se rendront dans le bassin également marqué à l'encre rouge sur le plan n° 2, par les lettres EFGH, lequel aura une superficie de 2.800 mètres carrés et $1^m,40$ de profondeur au-dessous de la crête des déversoirs des bassins d'amont. Le bassin sera terminé par un déversoir de 3 mètres de large et de 2 mètres de long, construit comme il est dit à l'article précédent. La surface sera arasée à $0^m,10$ au-dessous du premier déversoir, soit à $1^m,30$ au-

dessus du fond du bassin EFGH, qui devra être horizontal.

Art. 10. Tous les bassins seront entourés de digues en terre, de 1 mètre de hauteur, au moins, au-dessus de la surface de glissement du déversoir.

Art. 11. Chaque bassin sera curé toutes les fois que les dépôts boueux s'élèveront à la partie d'aval, contre le déversoir, à 0^m,20 en contre-bas de la surface de glissement du déversoir.

Art. 12. Lorsque le curage devra avoir lieu, le permissionnaire en donnera avis au maire de la commune, lequel dressera procès-verbal de ce curage immédiatement après qu'il aura été effectué, et adressera au préfet copie dudit procès-verbal.

Art. 13. Dans aucun cas et sous aucun prétexte, le permissionnaire ne pourra pratiquer d'issues, même temporaires, dans une partie quelconque des bassins d'épuration, ni dans les canaux de conduite des eaux de lavage.

Art. 14. Les matières terreuses provenant du curage, ainsi que les mines en terre destinées au lavage, seront déposées sur la propriété du permissionnaire, ou sur d'autres terrains, avec le consentement des propriétaires, et en des points situés de manière qu'elles ne puissent jamais être entraînées par les eaux.

Art. 15. Les constructions hydrauliques seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des ponts-et-chaussées de l'arrondissement, et celles relatives au patouillet et à l'épuration des eaux de lavage le seront sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département.

Ces ingénieurs dresseront, chacun en ce qui le concerne, en présence du permissionnaire ou de son représentant, un procès-verbal, en triple expédition, de la vérification des travaux après leur achèvement.

Une expédition de ces procès-verbaux sera déposée aux archives de la préfecture, une autre à la mairie d'Yvernaumont et la troisième sera adressée à notre ministre des travaux publics.

Art. 16. Le permissionnaire se soumettra aux instructions qui lui seront données, et à toutes les mesures qui pourraient être ultérieurement prescrites par l'administration pour parvenir à une complète épuration des eaux de

lavage, si les dispositions ci-dessus prescrites étaient reconnues insuffisantes.

Art. 17. Il ne pourra augmenter son usine, en changer la nature, la transférer ailleurs, ni apporter aucune modification aux dispositions ci-dessus ordonnées, sans en avoir obtenu l'autorisation dans les formes voulues par les lois et règlements.

Art. 18. En exécution de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, il payera, à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, la somme de 50 francs qui sera versée entre les mains du receveur de l'arrondissement, dans le mois qui suivra la notification de la présente ordonnance.

Art. 19. Aux termes de l'article 36 du décret du 18 novembre 1810, il adressera au préfet, tous les ans, et à notre ministre des travaux publics, chaque fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux employés, des minerais lavés et des ouvriers occupés dans son établissement.

Art. 20. Il se conformera aux lois, décrets, ordonnances et règlements existants ou à intervenir sur le fait des usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration, en ce qui concerne la police des usines et la sûreté des ouvriers.

Art. 21. Dans le cas où l'administration ordonnerait le curage de la rivière de Vence, le permissionnaire, comme les autres riverains, qui seraient reconnus devoir profiter de ce curage, en supporteront les frais, conformément aux dispositions de la loi du 14 floréal an XI.

Art. 22. Le permissionnaire ou ses ayants cause seront civilement responsables de tous les dommages qui, à une époque quelconque, résulteraient du lavage des minerais. Ils demeureront garants, en cas de location, pour le payement des indemnités qui seraient dues à cet égard.

Art. 23. Faute par eux de se conformer aux dispositions ci-dessus prescrites, le patouillet sera mis en chômage par un arrêté du préfet, et la révocation de la présente permission sera poursuivie ainsi que de droit.

Art. 24. La présente ordonnance sera publiée et affichée dans la commune d'Yvernaumont, à la diligence du préfet et aux frais du permissionnaire, dans le délai d'un mois, à partir du jour où elle aura été notifiée à ce dernier.

Une expédition en sera, en outre, déposée aux archives de ladite commune.

Art. 25. Nos ministres secrétaires d'État aux départements des travaux publics et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au Bulletin des lois.

Arrêté du ministre des travaux publics, du 14 octobre 1844, relatif à l'exploitation des carrières d'ardoises du département de la Loire-Inférieure.

Ardoisières du département de la Loire-Inférieure.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Vu les propositions des ingénieurs des mines et du préfet du département de la Loire-Inférieure, ayant pour objet d'appliquer aux carrières d'ardoises de ce département les dispositions du règlement du 7 mai 1840, relatif aux ardoisières du département d'Ille-et-Vilaine;

L'avis du conseil général des mines, du 16 août 1844;

Vu l'ordonnance royale du 7 mai 1840;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Les carrières d'ardoises exploitées soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, dans le département de la Loire-Inférieure seront, à compter de la publication, dans ce département, du présent arrêté, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE PREMIER.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une ardoisière en activité, soit de reprendre les travaux d'une ardoisière abandonnée, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement et du maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 3. Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle énoncera aussi le nombre d'ou-

vriers que l'exploitant se propose d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront appliqués d'après les usages locaux. Enfin, elle fera connaître, d'une manière précise, le lieu et l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits ou à faire, soit à ciel ouvert, soit par voie souterraine, ainsi que les moyens qui seront employés ou projetés pour assurer la solidité de l'ouvrage, pour prévenir les accidents tant au dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux et pour extraire les matières.

A cet effet, la déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface du terrain à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ces limites, ainsi que l'emplacement des travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle d'un millimètre pour mètre. Il devra être visé par le maire de la commune et vérifié par l'ingénieur des mines.

Art. 4. Ladite déclaration sera faite par l'entrepreneur, qu'il soit ou non propriétaire du sol :

1° Pour toute ardoisière en activité, dans le délai de trois mois, à compter de la publication du présent règlement;

2° Pour toute ardoisière, soit nouvelle, soit abandonnée, un mois avant la mise en activité des travaux projetés.

Art. 5. Faute par les propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait, dans les délais prescrits, la déclaration exigée par les articles 2, 3 et 4, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en prescrira la visite; après quoi, sur le rapport du maire de la commune où sera située ladite exploitation, et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet pourra ordonner que provisoirement et par mesure de police, les travaux en soient suspendus jusqu'à ce que la déclaration prescrite ait été effectuée; le tout, sauf recours au ministre des travaux publics, et sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre les exploitants pour cause d'infraction audit règlement.

Art. 6. Toute société ayant pour objet l'exploitation d'une ardoisière, sera tenue de choisir et de désigner au

préfet un de ses membres pour correspondre, au nom de ladite société, avec l'autorité administrative.

Art. 7. Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitants adresseront au préfet le plan des travaux souterrains exécutés dans le cours de l'année précédente. Ce plan sera dressé sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, afin de pouvoir être rattaché au plan général mentionné en l'article 3. Il sera visé par le maire et vérifié, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

Art. 8. En cas de difficultés qui s'opposeraient à ce que les plans exigés par les articles 3 et 7 fussent produits dans les délais spécifiés, le préfet pourra, sur la demande des exploitants, et après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, prolonger ces délais.

Art. 9. Dans toute ardoisière la surveillance de police, à l'égard des travaux d'exploitation, sera exercée, sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines placé sous ses ordres et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police de la commune, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par la loi sur les mines du 21 avril 1810, articles 47, 48, 50, 81 et 82; par le décret organique du 18 novembre 1810, article 40, et par le décret sur la police souterraine, du 3 janvier 1813, articles 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14.

Art. 10. Lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation d'une ardoisière compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol ou des habitations de la surface, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ainsi qu'au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 11. L'ingénieur des mines donnera aux exploitants des instructions sur la conduite de leurs travaux; il informera le préfet de tous désordres, abus, inconvénients ou dangers qu'il aurait observés en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures de sûreté, d'ordre public dont il aura reconnu l'utilité ou la nécessité.

Art. 12. Le maire informera aussi le préfet de toutes les circonstances qu'il aurait remarquées dans les ardoisières de la commune et qui seraient de nature à occasionner des accidents.

Art. 13. En cas de péril imminent, il prendra, par provision, toutes les mesures qu'il jugera propres à en prévenir les effets.

Art. 14. Sur le rapport de l'ingénieur des mines et sur l'avis du maire de la commune, le préfet, après avoir entendu l'exploitant de la carrière, prendra telles mesures qu'il jugera nécessaires, et pourra même prononcer l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf recours au ministre des travaux publics.

En cas d'urgence, l'arrêté du préfet sera exécuté par provision.

Des ampliations de cet arrêté seront adressées au maire de la commune, au sous-préfet de l'arrondissement et à l'ingénieur des mines. Une expédition en sera aussi délivrée à l'exploitant et sera affichée en un lieu apparent de la carrière.

Art. 15. L'exploitant sera tenu de faciliter à l'ingénieur des mines, au maire, ainsi qu'à tout autre fonctionnaire public, désigné par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux d'exploitation.

Art. 16. Il sera personnellement responsable du fait de ses employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'article 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

Art. 17. Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ou faire écrouler une ardoisière, sans en avoir fait la déclaration au préfet, un mois au moins à l'avance. Le préfet, après avoir fait reconnaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique, sauf tout recours au ministre des travaux publics.

Art. 18. En outre des prescriptions contenues dans les articles 2, 3, 4, l'ouverture ou la reprise, par un entrepreneur, des travaux d'une ardoisière appartenant à une commune, sera soumise aux formalités que comporte l'administration des biens communaux.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES SUR L'EXPLOITATION.

Art. 19. Les carrières d'ardoises pourront, à raison des circonstances de leur gisement, être exploitées, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines.

Art. 20. Dans toute ardoisière exploitée à ciel ouvert, le rocher sera coupé par banquettes disposées en gradins parallèlement à la direction des bancs d'ardoises, et avec talus suffisants pour prévenir tout éboulement.

Cette disposition ne concerne pas les carrières en activité, dans lesquelles la solidité du rocher aura été constatée, et dont les parois taillées à pic et sans gradins ne compromettront ni la conservation des hommes, ni la stabilité des constructions existantes à la surface du sol : mais dans le cas où ce mode d'exploitation présenterait quelque danger, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'enlever, à leurs frais, les parties supérieures des parois et de les disposer en banquettes, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

Art. 21. La faculté d'exploiter les ardoises, sans couper le rocher par banquettes, pourra être accordée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines du département, à tout propriétaire de nouvelles carrières qui en fera la demande ; mais cette autorisation cessera d'avoir son effet du moment où il sera reconnu que les parois de la carrière ne présentent pas une solidité suffisante. Dans ce cas, le propriétaire ou entrepreneur sera tenu, s'il n'aime mieux renoncer à l'exploitation, d'exécuter sur-le-champ, à ses frais, les travaux reconnus nécessaires pour faire disparaître les causes du danger. Ces travaux seront déterminés par le préfet, conformément à ce que prescrit l'article 14.

Art. 22. L'entrepreneur sera tenu d'informer le préfet, lorsque l'exploitation aura lieu par puits et galeries souterraines, des changements que, dans le cours de ses travaux, il lui paraîtrait utile d'apporter au système d'exploitation jusqu'alors suivi.

Art. 23. De quelque manière que l'exploitation s'effectue, les échelles servant à la descente des ouvriers, les charpentes et machines de toute espèce seront établies de manière à ce que la sûreté des hommes et la solidité des travaux et des habitations de la surface ne puissent être compromises.

Art. 24. Toute carrière d'ardoises qui présentera des escarpements dangereux devra être entourée d'un mur d'un mètre de hauteur ou d'un fossé ayant une ouverture égale à cette hauteur.

S'il existe des terres au-dessus de la masse en exploi-

tation, elles seront coupées en retraite par banquettes, et la pente à donner au talus sera déterminée par le préfet, selon ce qui est spécifié en l'article 14.

Les dispositions de ces deux paragraphes s'appliquent aux carrières qui ne sont plus en exploitation et dont les abords présentent des escarpements dangereux.

Art. 25. L'exploitation des ardoisières à ciel ouvert ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de dix mètres des bords des chemins à voitures, des édifices et constructions quelconques.

Les exploitations par puits et galeries souterraines s'arrêteront à la distance du sous-sol des routes et chemins, qui sera déterminée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, d'après la profondeur des travaux et la nature du terrain.

Lorsque les travaux devront s'étendre des deux côtés d'une route ou d'un chemin, il pourra être établi des galeries de communication dans le sous-sol, suivant une direction que le préfet déterminera, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Outre la distance de dix mètres pour les exploitations à ciel ouvert, il sera laissé un mètre pour mètre de l'épaisseur des terres recouvrant la masse exploitée aux abords des chemins et habitations.

Art. 26. La distance à observer aux approches des sentiers et des terrains libres sera déterminée par le préfet dans les formes prescrites par l'article 14, d'après la nature et l'épaisseur des terres de recouvrement.

Art. 27. Le préfet déterminera aussi, sur le rapport de l'ingénieur des mines, la distance qui devra séparer les nouvelles carrières des carrières déjà en exploitation ou des carrières abandonnées.

TITRE III.

DES CONTRAVENTIONS.

Art. 28. Les contraventions aux dispositions ci-dessus prescrites, qui seraient commises par les exploitants d'ardoisières soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux voies de communication, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants d'ardoisières souterraines, qui auraient pour effet, soit de porter at-

teinte à la solidité desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées et poursuivies conformément à ce qui est prescrit par les articles 50 et 82 de la loi sur les mines, minières et carrières, du 21 avril 1810; par les articles 30 et 31 du règlement général sur les carrières, du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du 29 floréal an X, et par le décret du 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par les autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire du lieu de la carrière et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué par le conseil de préfecture, tant sur les oppositions qui auraient été formées par les délinquants, que sur les amendes encourues par eux.

Art. 29. Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines; et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit tant par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, que par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Art. 30. Seront, lesdits procès-verbaux, dressés sur papier libre, visés pour timbre, enregistrés en débet et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire de la commune où la contravention aura été commise; le tout conformément à ce qui est prescrit par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'article 95 de la loi du

21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

Art. 31. Le présent arrêté sera inséré au recueil des actes administratifs.

Il sera publié à la diligence du préfet et par les soins des maires dans les communes où il existe des exploitations d'ardoises.

Il en sera en outre donné par les maires une connaissance spéciale aux entrepreneurs de ces exploitations.

Des expéditions en seront adressées aux sous-préfets et aux ingénieurs des mines pour qu'ils en assurent l'exécution, chacun en ce qui le concerne.

Paris, le 14 obtobre 1844.

Signé S. DUMON.

Ardoisières du département du Morbihan.

Arrêté du ministre des travaux publics, du 14 *octobre* 1844, *relatif à l'exploitation des carrières d'ardoises du département du* MORBIHAN.

Le ministre secrétaire d'Etat des travaux publics,

Vu les propositions des ingénieurs des mines et du préfet du département du Morbihan, ayant pour objet d'appliquer aux carrières d'ardoises de ce département les dispositions du règlement du 7 mai 1840, relatif aux carrières du département d'Ille-et-Vilaine;

L'avis du conseil général des mines, du 16 août 1844;

Vu l'ordonnance royale du 7 mai 1840;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Les carrières d'ardoises exploitées soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, dans le département du Morbihan, seront, à compter de la publication, dans ce département, du présent arrêté, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

(*Les dispositions qui viennent à la suite de cet article sont entièrement conformes à celles de l'arrêté ci-dessus, concernant l'exploitation des ardoisières du département de la Loire-Inférieure.*)

Ordonnance du 4 novembre 1844, qui fait remise à la COMPAGNIE *propriétaire de la mine de houille de* CAVAILLAC (Gard), *de la redevance proportionnelle pendant dix années, à partir du premier janvier 1844.* Mine de houille de Cavaillac.

Arrêté du ministre des finances, du 6 novembre 1844, portant que la redevance proportionnelle des mines d'anthracite de FERCÉ (Sarthe), *est réglée sous forme d'abonnement, pour les exercices 1843, 1844 et 1845, à raison de 2,864 francs 95 centimes en principal par exercice.* Mines d'anthracite de Fercé.

Ordonnance du 8 novembre 1844, qui rapporte celle du 8 juin 1842, par laquelle le sieur GUION DE SAINT-VICTOR *était autorisé à établir un haut-fourneau dans la commune de* SEXEY-AUX-FORGES (Meurthe). Haut-fourneau et bocard de Sexey-aux-Forges.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'Etat au département des travaux publics;

Vu notre ordonnance du 8 juin 1842, autorisant le sieur Guion de Saint-Victor à établir un haut-fourneau et un bocard sur sa propriété du *Bois-Monsieur*, commune de Sexey-aux-Forges (Meurthe);

Vu la lettre du sieur Guion de Saint-Victor, du 4 juillet 1844, par laquelle il déclare renoncer au bénéfice de l'ordonnance précitée;

La lettre du préfet, du 24 juillet 1844;

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Notre ordonnance du 8 juin 1842, qui autorise l'établissement d'un haut-fourneau et d'un bocard dans la commune de Sexey-aux-Forges (Meurthe), est et demeure rapportée. Le sieur Guion de Saint-Victor, au nom de qui l'autorisation était accordée, demeure en conséquence dispensé d'acquitter la taxe fixe de 200 francs, imposée par l'art. 9 de ladite ordonnance.

Art. 2. Nos ministres secrétaires d'État aux départements des travaux publics et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de houille de la Roque.

Ordonnance du 9 novembre 1844, qui accorde aux sieurs Pierre Muret, Guillaume-Amans Pons, Geniez-Bastide *et* Alexandre Allemand, *la concession de mines de houille situées dans les communes de* Saint-Côme, Lassouts *et* Roquelaure, *arrondissement d'*Espalion (Aveyron).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Roque*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir du pont de la Vergne, établi sur le ravin de Malafosse, point A du plan, par une suite de lignes droites joignant l'angle sud-ouest de la maison le plus au sud de la Roque, point B, et l'angle nord-ouest du domaine de Caze, point C;

A l'Est, par deux lignes droites allant de l'angle nord-ouest de Caze au Mas de Mandes, point C', et de là au point D, situé à 600 mètres à l'ouest de l'église de Lassouts, sur la ligne menée de cette église à l'angle nord de Sarremejane;

Au Sud, par deux lignes allant du point D ci-dessus, à l'angle nord de Sarremejane, point E; de cet angle au point F, où le ruisseau de Galerie est traversé par le chemin de Sarremejane à Randières; puis par ce chemin jusqu'à Randières, par celui de Randières à Ambec, et enfin par celui d'Ambec à Roquelaure, jusqu'à sa rencontre avec le chemin de Saint-Côme au point G;

A l'Ouest, par une ligne droite menée dudit point G au pont de la Vergne, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, quatre-vingt-douze hectares, trente-trois ares, quatre-vingt-neuf centiares.

Ordonnance du 9 novembre 1844, qui accorde aux sieurs François Gallot *et* Jean-Nicolas Lejeune, *la concession d'une mine de fer située dans la commune de* Cosnes, *arrondissement de* Briey (Moselle). — **Mine de fer du Châtelet.**

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Châtelet*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord et à l'Est, par la ligne brisée ABCDEF, limite du territoire belge ;

Au Sud, par la ligne FGH, limite des terres labourables du lieu dit Cosnes-Vaux, commune de Cosnes ;

A l'Ouest, par la ligne HA, limite des bois appartenant au sieur Jacques de Musson, commune de Cosnes ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq hectares, quatre-vingt-un ares, cinquante centiares.

Cahier des charges relatif à la concession de la mine de fer du Chatelet.

(Extrait.)

Art. 2. Il sera réservé le long de la frontière un massif intact de dix mètres d'épaisseur.

Les anciens percements qui auraient déjà dépassé cette limite seront immédiatement remblayés.

Ordonnance du 9 novembre 1844, qui accorde aux sieurs Jean-François Chollier *et* Jean-Pierre-Guillaume Chollier, frères, *la concession de mines de fer situées dans la commune de* Saint-Quentin, *arrondissement de* Vienne (Isère). — **Mines de fer de la Fuly.**

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Fuly*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Est, par une ligne droite allant de l'extré-

mité Sud du hameau de la Pontière à la bonde de l'étang de Fallavier;

Au Sud-Est, par une ligne droite menée de la bonde de l'étang de Fallavier à l'angle Sud-Est de la maison Rigots;

Au Sud-Ouest, par une ligne droite menée de l'angle Sud-Est de la maison Rigots à l'angle Nord de la grange Mourin;

A l'Ouest et au Nord-Ouest, par une ligne brisée partant de l'angle Nord de la grange Mourin, passant par les moulins Toupier, et joignant l'extrémité Sud du hameau de la Pontière, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, quatre-vingts hectares.

Cahier des charges relatif à la concession des mines de fer de la Fuly.

(Extrait.)

Art. 30. Les concessionnaires seront tenus de souffrir que les sieurs Vacher et Labbe ou leurs ayants cause poursuivent la galerie qu'ils ont ouverte sur la rive gauche du ruisseau sortant de l'étang de la Fuly, pour l'exploration des gîtes qu'on suppose exister sous le plateau de Mont-Joy, en dehors de la concession de la Fuly. Mais il ne pourra résulter de la continuation de cette galerie aucun droit pour les explorateurs sur le minerai de fer qu'ils extrairaient des gîtes situés sur le périmètre de ladite concession, et le minerai devra être mis par eux à la disposition des concessionnaires.

Dans le cas où les gîtes de minerai de fer, qui seraient découverts par ladite galerie hors des limites de la concession de la Fuly, seraient ultérieurement concédés, et où cette galerie serait reconnue nécessaire à l'exploitation de la nouvelle concession, elle sera assimilée aux travaux destinés à mettre en communication les mines des deux concessions limitrophes, et les dispositions de l'article suivant lui seront applicables.

Art. 31. Dans le cas où il serait reconnu nécessaire à l'exploitation de la concession ou d'une concession limitrophe d'exécuter des travaux ayant pour but, soit de mettre en communication les mines des deux concessions,

pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours destinées au service des mines de la concession voisine, les concessionnaires seront tenus de souffrir l'exécution de ces travaux, et d'y participer dans la proportion de leur intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus, et sauf recours au ministre des travaux publics.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines du département, conformément à l'art. 14 du décret du 3 janvier 1813.

Dans ces divers cas, il pourra y avoir lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre, et le règlement s'en fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par l'art. 45 de la loi du 21 avril 1810, pour les travaux servant à l'évacuation des eaux d'une mine dans une autre mine.

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* Victor Frèrejean *la concession de mines de fer situées dans les communes de* Saint-Quentin, La Verpillière, Villefontaine, Vaulx-Milieu *et* Roche, *arrondissement de* Vienne (Isère).

Mines de fer de la Verpillière.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de la Verpillière*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Est, par une ligne droite allant du clocher de la Verpillière, point E du plan, au clocher de Vaulx-Milieu, point F du plan ;

Au Sud-Est, par une ligne droite allant du clocher de Vaulx-Milieu à l'extrémité Sud du hameau de Saint-Bonnet, point G du plan ;

Au Sud, par deux lignes droites allant du point G ci-dessus au point d'intersection, dans le hameau du Ginet, du chemin de Saint-Quentin à Vienne avec le chemin de Bonnefamille à Villefontaine, point L du plan, et de

ce point L à la bande de l'étang de Fallavier, point C du plan ;

Au Nord-Ouest, à partir du point C, par le chemin de Fallavier à la Verpillière jusqu'à la rencontre du chemin de Saint-Quentin à l'Hôpital, point D du plan (cette limite Nord-Ouest formant aussi limite de la concession de Saint-Quentin) ;

Enfin *au Nord*, à partir du point D ci-dessus, par une ligne droite allant au clocher de la Verpillière, point de départ ;

Les dites limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés, quarante-deux hectares.

Puits et sources d'eau salée du Centre, à Briscous.

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* Jean-Pierre Minjonnet, *la concession d'un puits d'eau salée et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession du Centre*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Par une ligne droite menée de l'angle Sud de la caserne des Douanes, point O du plan, à l'angle Ouest du champ Baudron, point A ;

De ce dernier point, par une droite tirée sur le point M, rencontre de la route départementale avec le chemin de Bayonne ; puis, par une suite de lignes brisées, enveloppant le champ de Houdarraque, qui appartient au sieur Minjonnet, et dont les angles sont marqués des lettres B, C, D, E, ce dernier point touchant l'angle Ouest de la maison Garat ;

De cet angle, par une droite allant au point F, angle Sud du champ dans lequel se trouve le puits d'eau salée appartenant au sieur Minjonnet, ensuite par quatre lignes menées sur les points G, H, I et J, extrémités dudit champ du côté de l'Est et du Nord-Est, le point J confinant au chemin communal ;

De ce dernier point, en suivant le chemin communal jusqu'au point N marquant l'intersection dudit chemin

avec le ruisseau des salines, et enfin de cette intersection par une ligne aboutissant à l'angle Sud de la caserne des Douanes, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq hectares, soixante-quinze ares, onze centiares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, et par l'article 4 de la loi du 17 juin 1840, est réglé à une redevance annuelle de cinq francs par hectare du terrain renfermé dans la concession.

Cette disposition sera applicable, nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Art. 8. Le concessionnaire devra extraire annuellement une quantité d'eau salée telle qu'elle puisse fournir à une fabrication de 500,000 kilogrammes de sel au moins, pour être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt.

L'extraction ne pourra être restreinte à une quantité moindre qu'en vertu d'une autorisation spéciale obtenue par le concessionnaire, conformément à ce qui est prescrit par le quatrième paragraphe de l'article 5 de la loi du 17 juin 1840.

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* François Loubery *la concession des deux puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées).

Puits et sources d'eau salée de Lardenavy, à Briscous.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Lardenavy*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Par deux lignes droites tirées de l'angle Sud de la caserne des douanes, point A du plan, à l'angle Sud-Est de la maison Mendiboure, point B, et de ce dernier angle, à l'angle Sud-Est du moulin de Souby, point C;

De ce dernier point, par la rive droite du ruisseau

Lardenavy jusqu'à sa jonction au point D avec le canal des salines ;

De cette jonction, par la rive droite dudit canal jusqu'à l'angle Sud-Est du pont jeté sur ce canal, point E ;

De ce point, par une ligne droite tirée sur l'angle Nord-Ouest de la saline du sieur Lissalde, mais arrêtée au point F où cette ligne est coupée par une ligne menée de l'angle X du canal des salines sur le confluent du ruisseau d'Ibéra avec la rigole qui descend de Galbaret, et qui longe le chemin du pont de Satharitz ;

Du point F, par une ligne aboutissant à l'angle Nord-Ouest de la maison Galbaret, point G, puis par trois lignes droites arrêtées aux points H, I et J, marquant, du côté du Nord-Est et du Nord, les limites des terrains qui renferment le puits de la société Boisot et celui du sieur Minjonnet, le point J confinant au chemin communal ;

De ce dernier point, par ledit chemin jusqu'à son intersection avec le ruisseau des salines, point K, et enfin par une ligne aboutissant de cette intersection à l'angle Sud de la caserne des douanes, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 43 hectares, 64 ares, 50 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* Centre *ci-dessus*).

Puits et sources d'eau salée de Satharitz, à Briscous.

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* Charles-Éléonor Nael *la concession des trois puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Satharitz*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du point M, jonction du canal des salines avec le ruisseau Lardenavy, par la rive droite dudit ruisseau, jusqu'à l'angle Sud-Est du pont de Satharitz, point N du plan ;

De cet angle, par deux droites menées, l'une, sur

l'angle Sud-Ouest de la maison Bentachoury, point O, l'autre sur l'angle Nord-Ouest de la tuilerie Ouhart, point P;

De ce dernier point, par une droite tirée sur le point O, confluent du ruisseau d'Ihéra avec la rigole qui descend de Galbaret, et qui longe le chemin du pont de Satharitz;

De ce confluent, par la portion de la ligne menée sur l'angle X du canal des salines, qui se trouve arrêtée au point R par la rencontre d'une ligne tirée de l'angle Nord-Ouest de la saline de Lissalde, à l'angle Sud-Ouest du pont jeté sur ledit canal;

Du point R, par la portion de ladite ligne qui vient s'appuyer à l'angle Sud-Ouest du pont sur le canal, point S du plan;

Enfin, par la rive droite dudit canal jusqu'à sa jonction avec le ruisseau de Lardenavy, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 30 hectares, 45 ares, 82 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* Centre *ci-dessus*).

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* Pierre Lissalde *la concession des puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées).

Puits et sources d'eau salée de la Tuilerie, à Briscous.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de la Tuilerie*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Par une ligne menée de l'angle nord-ouest de la tuilerie Ouhart, point B du plan, au point G, confluent du ruisseau d'Ihéra avec la rigole qui descend de Galbaret et qui longe le chemin allant au pont de Satharitz;

De ce confluent, par la portion de la ligne menée sur l'angle X du canal des salines, qui se trouve arrêtée au point F par la rencontre d'une ligne tirée de l'angle Nord-Ouest de la saline du sieur Lissalde, à l'angle Sud-Est du pont jeté sur ledit canal;

Lardenavy jusqu'à sa jonction au point D avec le canal des salines;

De cette jonction, par la rive droite dudit canal jusqu'à l'angle Sud-Est du pont jeté sur ce canal, point E;

De ce point, par une ligne droite tirée sur l'angle Nord-Ouest de la saline du sieur Lissalde, mais arrêtée au point F où cette ligne est coupée par une ligne menée de l'angle X du canal des salines sur le confluent du ruisseau d'Ibéra avec la rigole qui descend de Galbaret, et qui longe le chemin du pont de Satharitz;

Du point F, par une ligne aboutissant à l'angle Nord-Ouest de la maison Galbaret, point G, puis par trois lignes droites arrêtées aux points H, I et J, marquant, du côté du Nord-Est et du Nord, les limites des terrains qui renferment le puits de la société Boisot et celui du sieur Minjonnet, le point J confinant au chemin communal;

De ce dernier point, par ledit chemin jusqu'à son intersection avec le ruisseau des salines, point K, et enfin par une ligne aboutissant de cette intersection à l'angle Sud de la caserne des douanes, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 43 hectares, 64 ares, 50 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* Centre *ci-dessus*).

Puits et sources d'eau salée de Satharitz, à Briscous.

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde au sieur* Charles-Éléonor Nael *la concession des trois puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Satharitz*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du point M, jonction du canal des salines avec le ruisseau Lardenavy, par la rive droite dudit ruisseau, jusqu'à l'angle Sud-Est du pont de Satharitz, point N du plan;

De cet angle, par deux droites menées, l'une, sur

l'angle Sud-Ouest de la maison Bentachoury, point O, l'autre sur l'angle Nord-Ouest de la tuilerie Ouhart, point P ;

De ce dernier point, par une droite tirée sur le point O, confluent du ruisseau d'Ihéra avec la rigole qui descend de Galbaret, et qui longe le chemin du pont de Satharitz ;

De ce confluent, par la portion de la ligne menée sur l'angle X du canal des salines, qui se trouve arrêtée au point R par la rencontre d'une ligne tirée de l'angle Nord-Ouest de la saline de Lissalde, à l'angle Sud-Ouest du pont jeté sur ledit canal ;

Du point R, par la portion de ladite ligne qui vient s'appuyer à l'angle Sud-Ouest du pont sur le canal, point S du plan ;

Enfin, par la rive droite dudit canal jusqu'à sa jonction avec le ruisseau de Lardenavy, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 30 hectares, 45 ares, 82 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* CENTRE *ci-dessus*).

Ordonnance du 9 novembre 1844, qui accorde au sieur Pierre LISSALDE *la concession des puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* BRISCOUS, *arrondissement de* BAYONNE (Basses-Pyrénées).

Puits et sources d'eau salée de la Tuilerie, à Briscous.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de la Tuilerie*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Par une ligne menée de l'angle nord-ouest de la tuilerie Ouhart, point B du plan, au point G, confluent du ruisseau d'Ihéra avec la rigole qui descend de Galbaret et qui longe le chemin allant au pont de Satharitz ;

De ce confluent, par la portion de la ligne menée sur l'angle X du canal des salines, qui se trouve arrêtée au point F par la rencontre d'une ligne tirée de l'angle Nord-Ouest de la saline du sieur Lissalde, à l'angle Sud-Est du pont jeté sur ledit canal ;

Ensuite, par deux lignes tirées, l'une du point F au point E, formant l'angle Nord-Ouest de la maison Galbaret, et l'autre, de cet angle à l'angle Nord-Ouest de la tuilerie Ouhart, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 8 hectares, 23 ares, 82 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* CENTRE *ci-dessus*).

Puits et sources d'eau salée de Laxalde, à Briscous.

Ordonnance du 9 novembre 1844, qui accorde au sieur William KEENE *la concession du puits d'eau salée qu'il possède et de sources salées, situés dans la commune de* BRISCOUS, *arrondissement de* BAYONNE (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Laxalde*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

A partir de l'angle sud de la caserne des douanes, point A du plan, par trois lignes droites tirées sur l'angle Sud-Est de la maison Mendiboure, point B, sur l'angle Nord-Est de la maison Ganderat, point C, et sur l'angle Nord de la maison Ordoguis, point D;

De ce dernier angle, au point E, formant au Sud-Sud-Est l'extrémité du champ de Houdarraque, appartenant au sieur Minjonnet;

De cette extrémité, par une suite de lignes brisées enveloppant au Sud, à l'Ouest et au Nord-Ouest, ledit champ de la Houdarraque, et aboutissant aux points FGHI et K qui marquent les angles de ce champ; ce dernier point étant situé à la rencontre de la route départementale avec le chemin de Bayonne;

De cette rencontre, par deux lignes menées, l'une sur l'angle Ouest du champ Baudrot, point L, et l'autre, de cet angle à l'angle Sud de la caserne des douanes, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 43 hectares, 64 ares, 50 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* CENTRE *ci-dessus*).

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui accorde à la société* Boisot et Cie *la concession du puits d'eau salée qu'elle possède et de sources salées, situés dans la commune de* Briscous, *arrondissement de* Bayonne (Basses-Pyrénées). **Puits et sources d'eau salée d'Elichagne, à Briscous.**

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession d'Elichagne*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du point A, formant l'extrémité nord du terrain qui renferme le puits de la société, par la limite dudit terrain jusqu'au point B, rencontre de cette limite avec le chemin d'Urt. De cette rencontre, par une ligne allant à l'angle Nord-Ouest de la maison Galbaret, point C du plan;

De cet angle, par trois lignes aboutissant à l'angle Nord-Ouest de la tuilerie Ouhart, point D, puis à l'angle Nord de la maison Ordoguis, point E, et ensuite au point F, formant au Sud-Est l'extrémité du champ de Houdarraque, appartenant au sieur Minjonnet;

De cette extrémité, par les limites orientales dudit champ, jusqu'au point G, formant l'angle Ouest de la maison Garat;

De cet angle, par une ligne tirée sur le point H, formant l'extrémité méridionale du champ dans lequel se trouve le puits d'eau salée appartenant au sieur Minjonnet, et ensuite par trois lignes menées sur les points I, J, et A, point de départ; lesdits points marquant les extrémités dudit champ du côté de l'Est;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 23 hectares, 18 ares, 91 centiares.

(*Les autres dispositions de l'ordonnance sont les mêmes que pour la concession du* Centre *ci-dessus*).

Ordonnance du 9 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* Ramay *à établir une usine à fer au lieu dit* la Mulatière, *commune de* Sainte-Foy-les-Lyon (Rhône). **Usine à fer de la Mulatière.**

Cette usine demeure composée :

D'un haut-fourneau,
De deux fours à réverbère,
De quatre cubilots ou fours à la Wilkinson,
De tous les appareils nécessaires à l'établissement, tels que machines soufflantes, ateliers de moulage, etc.

Usine à fer de Sichamp.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *portant autorisation au sieur* Morizot *de maintenir en activité l'usine à fer de* Sichamp, *située sur la* Nièvre, *dans la commune de* Sichamp (Nièvre).

Ladite usine demeure composée :
De deux feux de petite forge,
D'un feu de mazerie,
D'un bocard à laitiers,
Des machines de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer,
Et des machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine.

Haut-fourneau, bocard à crasses, et lavoir à bras commune de Tailly.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* Camion-Crucy, *propriétaire de l'usine à fer des* Forgettes, *à maintenir en activité les ateliers dépendants de ladite usine, qui sont situés dans la commune de* Tailly (Ardennes), *savoir* :

Un haut-fourneau,
Un bocard à crasses,
Et un lavoir à bras.

Hauts-fourneaux, à Précy-sous-Thil.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *qui autorise la Société des hauts-fourneaux et forges de la* Maison-Neuve *et de* Rosée *à construire quatre hauts-fourneaux dans la commune de* Précy-sous-Thil (Côte-d'Or).

(Extrait.)

Art. 1er. La société des hauts-fourneaux et forges de la Maison-Neuve et de Rosée est autorisée à construire

et tenir en activité quatre hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer, sur la rive gauche du Serin, au lieu dit *Versailles*, commune de Précy-sous-Thil (Côte-d'Or).

Un exemplaire du plan produit restera annexé à la présente ordonnance.

. . . .

Art. 8. Les machines à vapeur qui devront être employées dans l'usine, comme force motrice, ne pourront être établies qu'en vertu de permissions délivrées conformément aux ordonnances et instructions sur la matière.

Art. 9. Les travaux hydrauliques seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des ponts-et-chaussées de l'arrondissement. Les constructions relatives à l'usine proprement dite seront faites sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département.

Ces ingénieurs dresseront, en triple expédition, chacun en ce qui le concerne, et en présence de la partie intéressée, procès-verbal de la vérification des ouvrages après leur entier achèvement.

Une expédition de chaque procès-verbal sera déposée à la mairie de la commune de Précy-sous-Thil; une autre expédition sera déposée aux archives de la préfecture, et la troisième sera transmise à notre ministre des travaux publics.

Art. 10. Les quatre hauts-fourneaux ci-dessus autorisés seront mis en activité, au plus tard dans le délai de deux ans à partir de la notification de la présente. Ils ne pourront chômer sans cause reconnue légitime par l'administration.

Art. 11. La société permissionnaire ne pourra augmenter son usine, en changer la nature, la transférer ailleurs, ni apporter aucune modification aux dispositions ci-dessus prescrites, sans en avoir obtenu la permission dans les formes voulues par les lois et règlements.

Art. 12. En exécution de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, elle payera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, la somme de 300 fr., qui sera versée entre les mains du receveur de l'arrondissement dans le mois qui suivra la notification de la présente.

Art. 13. Conformément à l'article 36 du décret du 18 novembre 1810, elle adressera, chaque année, au préfet et à notre ministre des travaux publics, toutes les fois

qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux consommés, des produits fabriqués et des ouvriers occupés dans l'usine.

Art. 14. Elle se conformera exactement aux lois, décrets, ordonnances et règlements existants ou à intervenir sur le fait des usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration, en ce qui concerne la police des usines et la sûreté des ouvriers.

Art. 15. Faute par elle de se conformer aux dispositions de la présente ordonnance, l'usine sera mise en chômage par un arrêté du préfet, et la révocation de l'acte de permission sera poursuivie ainsi que de droit.

Art. 16. La société permissionnaire ou ses ayants cause ne pourront prétendre aucune indemnité, ni dédommagement quelconque, dans le cas où, pour l'exécution de travaux dont l'utilité publique aura été légalement constatée, l'administration jugera convenable de faire des dispositions qui les privent en tout ou en partie des avantages résultant de la présente autorisation, tous droits antérieurs réservés.

Art. 17. La présente ordonnance sera publiée et affichée dans la commune de Précy-sous-Thil, à la diligence du préfet et aux frais de la société, dans le délai du mois où elle lui aura été notifiée.

Une copie de cette ordonnance sera en outre déposée aux archives de ladite commune.

Art. 18. Nos ministres secrétaires d'état aux départements des travaux publics et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au bulletin des lois.

Usine à fer, à Sarrebourg.

Ordonnance du 11 novembre 1844, qui autorise le sieur Charles Colle *à maintenir en activité l'usine à fer établie dans un bâtiment faisant partie du moulin dit* de Remling *qu'il possède, et qui est situé sur la* Sarre, *dans la commune de* Sarrebourg (Meurthe).

Cette usine demeure composée :

D'un four d'affinerie au charbon de bois ;

D'un foyer de martinet à la houille ;

Des machines soufflantes en nombre suffisant, et des appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* DEGAIN *à maintenir en activité l'usine à fer des* QUATRE-PAVILLONS, *située sur le ruisseau d'*HEUILLE, *commune de* SAINT-MARTIN-D'HEUILLE, *arrondissement de* NEVERS (Nièvre).

Usine à fer des Quatre-Pavillons.

Cette usine est et demeure composée :

1° De deux feux de forge,

2° De deux marteaux,

3° Et des soufflets et accessoires nécessaires à la fabrication du fer.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* AMOUROUX *à maintenir en activité l'usine à fer de* LA MOULINE, *commune de* VILLEFRANCHE DE BELVÈS (Dordogne).

Usine à fer de la Mouline.

La consistance de cette usine est et demeure composée :

D'un haut-fourneau,

D'un lavoir à bras,

D'un bocard à laitiers,

Et d'un feu d'affinerie avec deux marteaux.

La forge catalane qui existait dans l'établissement est et demeure supprimée.

Ordonnance du 11 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* BARAGUEY-FOUQUET *à établir, sur la rivière de* RISLE, *commune de* NEAUFLES (Eure), *une usine à fer à côté de son moulin de* CHAGNY, *situé sur le même cours d'eau, commune de la* NEUVE-LYRE.

Usine à fer, commune de Neaufles.

La consistance de cette usine est fixée ainsi qu'il suit :

Un four de chaufferie,

Une paire de cylindres,
Une fonderie,
Seize bobines,
Et une paire de cisailles.

Recherches de houille dans la commune de Doyet.

Ordonnance du 14 novembre 1844, qui autorise, à défaut du consentement du propriétaire du sol, le sieur Augustin-Marie-Félix DE LA RIBETTE, *à opérer des recherches de mines de houille sur un terrain situé dans la commune de* DOYET (Allier).

LOUIS-PHILIPPE, etc.;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des travaux publics;

Vu la demande formée, le 19 mars 1844, par le sieur Augustin-Marie-Félix de la Ribette, tendant à obtenir l'autorisation d'entreprendre des recherches de mines de houille dans des terrains situés commune de Doyet, département de l'Allier;

Le plan y joint;

La lettre du préfet de l'Allier, du 19 juillet 1844, constatant que cette demande a été notifiée au sieur de Courtais, propriétaire desdits terrains, et qu'il n'a fait aucune réponse;

Le rapport des ingénieurs des mines, des 20 et 24 juillet;

L'avis du conseil général des mines, du 27 septembre, concluant à ce que la permission soit accordée;

Vu l'article 10 de la loi du 21 avril 1810;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Le sieur Augustin-Marie-Félix de la Ribette est autorisé à opérer des recherches de mines de houille dans une zone de terrains d'environ 620 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur, s'étendant sur les parcelles indiquées aux plans du cadastre sous les numéros 359, 347, 348, 349; ladite zone située entre l'étang Rebut et la route royale de Limoges à Moulins, et formant la limite Ouest de la concession de Doyet, laquelle limite est déterminée par le chemin de Doyet au Paloy;

Art. 2. Avant de commencer ses travaux, le sieur de la Ribette payera au sieur de Courtais, propriétaire, les

indemnités qui pourront lui être dues à raison de l'occupation des terrains.

Art. 3. A défaut d'accord entre les parties, lesdites indemnités seront déterminées par le conseil de préfecture, d'après le mode établi par les articles 56 et 57 de la loi du 16 septembre 1807, et en suivant les règles prescrites par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 4. La durée de la permission est fixée à deux années, sauf le cas où une concession serait instituée avant l'expiration de ce délai. Ce laps de temps ne courra qu'à partir du jour du règlement des indemnités.

Art. 5. Les travaux devront être mis en activité dans un délai de trois mois, à partir de l'époque fixée par l'article précédent.

Art. 6. La présente permission ne constitue, en faveur du sieur de la Ribette, aucun droit de préférence à la concession des mines que peuvent recéler les terrains pour lesquels elle est accordée. Il lui est en outre interdit d'ouvrir sur ces mines des travaux d'exploitation.

Art. 7. Le sieur de la Ribette demeure tenu de se conformer aux lois et règlements sur la matière, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, pour tout ce qui concerne la sûreté du sol et celle des ouvriers.

Art. 8. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites entraînera la révocation de la permission.

Art. 9. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Lavoir à cheval, à Etrelles.

Ordonnance du 22 *novembre* 1844, *qui autorise le sieur* Angar *à maintenir en activité le lavoir à cheval qu'il a établi près de deux lavoirs à bras, permissionnés par l'ordonnance du* 12 *septembre* 1826, *au lieu dit* le Creux-Philippe, *commune d'*Etrelles (Haute-Saône).

Martinets d'Orqueraux.

Ordonnance du 22 *novembre* 1844, *portant que le sieur* Caroillon de Vandeul *est autorisé:* 1° *à trans-*

porter à la forge dite du Jacquot, *faisant partie des usines à fer d'*Orquevaux, *situées commune de ce nom, sur la* Marnoise (Haute-Marne), *le martinet que l'ordonnance du* 22 *octobre* 1823 *lui avait permis de construire dans cette commune, à l'emplacement de la chaussée du* Contaut; 2° *à transporter*, dans la forge basse d'Orquevaux, *qui fait aussi partie des usines d'*Orquevaux, *un autre martinet situé dans la même commune, en aval de la chaussée de la* Mouillère, *et autorisé par l'ordonnance du* 11 *février* 1824.

Carrières de pierres à bâtir du département de la Gironde.

Ordonnance du 2 *décembre* 1844, *relative à l'exploitation des carrières de pierres à bâtir du département de la* Gironde.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu le projet de règlement présenté par le préfet de la Gironde pour l'exploitation des carrières de pierres à bâtir que renferme ce département;

Les rapports des ingénieurs des mines;

La lettre du préfet, du 7 juin 1844;

Les avis du conseil général des mines, des 14 juin et 19 juillet 1844;

Vu la loi du 21 avril 1810;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Les carrières de pierres de taille et de moellons, ouvertes ou à ouvrir dans le département de la Gironde, seront, à partir de la publication du présent règlement, soumises aux mesures d'ordre et de police ci-après prescrites.

TITRE PREMIER.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Art. 2. Dans toutes les carrières de pierres de taille et de moellons, la surveillance des travaux d'exploitation sera

exercée par l'ingénieur en chef ou l'ingénieur des mines chargé du service du département, par un conducteur surveillant des carrières, et, concurremment, par les maires ou par tout autre officier de police municipale, chacun dans l'ordre de ses attributions et conformément à ce qui est prescrit par les articles 47, 48, 50, 81 et 82 de la loi du 21 avril 1810, par l'article 40 du décret du 18 novembre 1810 et par les articles 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14 du décret sur la police souterraine, du 3 janvier 1813.

Art. 3. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une carrière en activité, soit de reprendre l'exploitation d'une ancienne carrière abandonnée, soit d'ouvrir une nouvelle carrière, sera tenu d'en faire la déclaration au préfet, par l'intermédiaire du maire de la commune dans laquelle la carrière sera située.

Art. 4. La déclaration exigée par l'article précédent énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de l'exploitation, avec l'indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle fera connaître aussi le lieu et l'emplacement des travaux, ainsi que le mode de l'exploitation, soit à ciel ouvert, soit par cavage à bouches, soit par puits.

Art. 5. La déclaration sera faite :

1° Par tout propriétaire ou entrepreneur de carrières actuellement en activité, dans un délai de trois mois, à partir de la publication du présent règlement ;

2° Par tout entrepreneur de nouvelles carrières ou par celui qui voudrait reprendre une ancienne exploitation abandonnée, un mois avant la mise en activité des travaux d'exploitation projetés.

Art. 6. Faute par lesdits propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait la déclaration sus-énoncée dans les délais prescrits, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en ordonnera la visite : après quoi, sur le rapport du maire de la commune où sera située l'exploitation, ou du conducteur surveillant des carrières, et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet, après avoir entendu les exploitants de ladite carrière, pourra ordonner, s'il y a lieu, que provisoirement et par mesure de police les travaux en seront suspendus, jusqu'à ce que la déclaration susmen-

tionnée ait été effectuée, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Art. 7. Tout propriétaire ou entrepreneur d'exploitation sera tenu de produire, toutes les fois qu'il en sera requis par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, un plan des travaux, coordonné avec deux coupes verticales faites en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, dressé sur une échelle de deux millimètres par mètre. Ces plans seront vérifiés par l'ingénieur des mines de l'arrondissement, et, en son absence, par le conducteur surveillant des carrières. Ils seront de plus certifiés par le maire de la commune.

Art. 8. L'exploitant sera tenu de faciliter aux ingénieurs des mines et au conducteur surveillant des carrières, ainsi qu'à tous les fonctionnaires publics et agents délégués par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux de l'exploitation.

Art. 9. L'ingénieur des mines donnera aux exploitants ou leur fera donner par le conducteur surveillant, des instructions sur la conduite de leurs travaux, sous le rapport de la sûreté ou de la solidité. Il informera le préfet de tout désordre, abus ou inconvénient qu'il aurait observé en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures d'ordre public dont il aura reconnu l'utilité ou la nécessité. Il sera statué sur ses propositions par le préfet, sauf recours au ministre des travaux publics.

Art. 10. Dans le cas où, par une cause quelconque, l'exploitation d'une carrière compromettrait la sûreté publique, la solidité des travaux, la conservation des puits, la sûreté des ouvriers, celle du sol et des habitations de la surface, le propriétaire ou l'entrepreneur sera tenu d'en donner immédiatement avis au préfet et au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 11. L'ingénieur des mines, aussitôt après la communication à lui faite de la déclaration par le préfet, ou, à son défaut, le conducteur surveillant se rendra sur les lieux, dressera procès-verbal de leur état et transmettra ce procès verbal au préfet, en y joignant l'indication des mesures qu'il jugera propres à faire cesser la cause du danger.

Le maire adressera aussi au préfet ses observations et

ses propositions sur ce qui pourra concerner la sûreté des personnes et celle des propriétés.

En cas de péril imminent, l'ingénieur des mines fera, sous sa responsabilité, les réquisitions nécessaires pour qu'il y soit pourvu sur-le-champ, conformément à l'article 5 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 12. Le préfet, après avoir entendu le propriétaire ou l'entrepreneur, ordonnera telles dispositions qu'il appartiendra.

Art. 13. Si le propriétaire ou l'entrepreneur, sur la communication qui lui sera faite de l'arrêté du préfet, n'obtempère pas à cet arrêté, il y sera pourvu d'office et à ses frais, par les soins de l'ingénieur des mines.

Art. 14. Quand les travaux auront été exécutés d'office, en vertu de l'article précédent, la dépense en résultant et tous les autres frais seront réglés par le préfet. Le recouvrement en sera opéré par les préposés de l'administration de l'enregistrement et des domaines, comme en matière d'amendes et frais se rattachant à la grande voirie.

Les réclamations contre le règlement de ces frais seront portées devant le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'État.

Art. 15. Il sera procédé ainsi qu'il est dit aux articles 11, 12, 13 et 14, dans le cas où, à défaut de déclaration des propriétaires ou entrepreneurs, l'existence du danger aura été autrement signalée, sans préjudice des poursuites qu'il pourra y avoir lieu d'exercer pour la contravention résultant de l'absence de déclaration.

Art. 16. Les exploitants seront responsables des faits de leurs employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être pourvus de livrets, conformément à l'article 12 de la loi du 22 germinal an XI.

Art. 17. Conformément à ce qui est prescrit par l'article 29 du décret du 3 janvier 1813, aucun enfant âgé de moins de dix ans accomplis ne pourra être employé dans les travaux des carrières exploitées souterrainement.

Art. 18. Tout exploitant qui voudra abandonner ou combler une carrière exploitée par cavage à bouche ou par puits, sera tenu d'en faire la déclaration au préfet, qui, après avoir fait reconnaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique, sauf recours au ministre des travaux publics.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES DE L'EXPLOITATION.

Art. 19. Les bancs calcaires exploités pour pierres à bâtir, présentant des épaisseurs variables et divers degrés de dureté, et étant recouverts par une épaisseur plus ou moins grande de terre, donneront lieu à différents modes d'exploitation ; ces modes sont : 1° par tranchées à ciel ouvert ; 2° par cavage à bouche ou galeries ; 3° par puits.

SECTION Ire. — De l'exploitation a découvert.

Art. 20. Toutes les masses ou bancs de calcaire dont le recouvrement sera moindre de 4 mètres, ou qui n'auront pas une solidité suffisante, ou qui présenteront une trop grande quantité de fils ou fissures, ne pourront être exploités qu'à découvert.

Art. 21. Les terres seront coupées en retraite par banquettes ou talus suffisants pour empêcher l'éboulement des masses supérieures. La pente à donner au talus sera déterminée par la connaissance des lieux, à raison de la nature et de la consistance des bancs de recouvrement.

Art. 22. Il sera ouvert un fossé de 1 à 2 mètres de profondeur et autant de largeur au-dessus de l'exploitation ; on rejettera le déblai de ce fossé sur le bord du terrain, du côté des travaux, pour y former une berge ou rempart destiné à prévenir les accidents et à détourner les eaux.

Art. 23. L'exploitation ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de 10 mètres des deux côtés de tous chemins à voitures, édifices et constructions quelconques.

Art. 24. Il sera laissé outre cette distance de 10 mètres, prescrite par l'article précédent, 1 mètre pour mètre d'épaisseur des terres au-dessus de la masse exploitée, au bord desdits chemins, édifices et constructions.

Art. 25. Aux approches des simples tuyaux de fer, bois ou terre, pour la conduite des eaux, les fouilles ne pourront être poussées qu'à 4 mètres de chaque côté, laissant en outre de ces 4 mètres, 1 mètre pour mètre d'épaisseur des terres au-dessus de la masse exploitable.

SECTION II. — De l'exploitation par cavages à bouches.

Art. 26. Les masses qui seront couvertes par 4 mètres au plus de terre et dont les bancs supérieurs présenteront assez de solidité pour servir de ciel à la carrière, pourront être exploitées par cavage à bouches.

Art. 27. Sur la longueur du front de cavage, on enlèvera, en tout ou en partie, les terres de recouvrement de la masse, si ces terres sont friables, de manière à y former une retraite ou banquette dont la largeur sera proportionnée à l'épaisseur de la couche de recouvrement.

Art. 28. Toutes les fois que l'abord d'une carrière sera reconnu dangereux, un fossé de 1 mètre de largeur et autant de profondeur sera ouvert parallèlement au front de masse et au-dessus de l'entrée de la carrière, comme il est prescrit par l'article 22 ci-dessus pour l'exploitation à découvert.

Art. 29. La forme et les dimensions des chantiers d'exploitation, des galeries intérieures et des piliers réservés, seront fixées, pour chaque carrière souterraine, par décision du préfet, d'après l'avis de l'ingénieur des mines et après avoir entendu l'exploitant de la carrière. On aura égard, dans cette fixation, aux usages des diverses localités, à la nature de la roche, à son épaisseur et aux autres circonstances qui pourront être prises en considération.

Art. 30. On devra apporter une attention particulière sur ce qui regarde les galeries de roulage, surtout celles qui sont communes à plusieurs exploitations. A l'avenir, on devra laisser à ces galeries une hauteur libre de $1^m,33$ au moins.

Art. 31. Lorsqu'il existera plusieurs étages de travaux, les piliers seront disposés de telle manière que ceux d'un étage correspondent exactement à ceux des autres étages, et qu'il y ait toujours dans la carrière plein sur plein et vide sur vide.

L'épaisseur des massifs laissée entre deux étages successifs ne pourra être moindre de 2 mètres, et devra être portée au delà si la nature des travaux et de la masse l'exige.

Il est expressément interdit d'attaquer les piliers réser-

vés pour soutenir le toit des galeries aux divers étages, non plus que les massifs séparant deux étages consécutifs, tant dans les anciennes que les nouvelles exploitations.

Art. 32. Aucun étage nouveau d'exploitation ne pourra être entrepris ou poursuivi, avant que l'état des travaux supérieurs et inférieurs n'ait été reconnu par des sondages ou quelque autre moyen que ce soit.

SECTION III. — De l'exploitation par puits.

Art. 33. Les puits d'extraction ne pourront être ouverts qu'à une distance de 10 mètres des chemins à voitures, édifices et constructions quelconques, sauf les exceptions réclamées par certaines localités.

Art. 34. Ces puits seront muraillés avec soin dans toutes les parties où le terrain ne présentera pas une solidité suffisante.

Art 35. Les puits servant à la descente des ouvriers seront garnis d'échelles à deux montants et solidement fixées dans la roche avec des crampons de fer.

Art. 36. Au bas de chaque puits il sera laissé quatre piliers massifs à base carrée, de 4 mètres de côté; les galeries qui sépareront ces piliers auront une largeur plus petite de $0^m,50$, que les dimensions correspondantes des puits.

Art. 37. Au delà des piliers, les chantiers d'exploitation seront conduits d'après les règles fixées pour le mode de cavage à bouche.

SECTION IV. — Dispositions générales.

Art. 38. Les exploitations par puits ou par cavage à bouches ne seront poussées qu'à la distance de 10 mètres des deux côtés des chemins à voitures, des édifices et constructions quelconques. Cette distance sera augmentée d'une quantité égale à la somme de la hauteur et de la largeur des chantiers d'exploitation.

Dans le cas où, pour communiquer d'une partie à l'autre d'une carrière, il serait reconnu indispensable d'ouvrir une galerie sous un chemin, cette galerie ne pourra être établie qu'en vertu d'une décision spéciale du préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 39. Les carrières de peu d'importance, quel que

soit d'ailleurs leur mode d'exploitation, ne seront pas assujetties aux dispositions du présent règlement, lorsqu'il aura été reconnu que les travaux ne peuvent compromettre ni la sûreté des ouvriers, ni l'intérêt des tiers. Le préfet du département sera juge des exceptions qui pourront être faites, à cet égard, à la règle générale.

TITRE III.

RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 40. Les contraventions au présent règlement qui seront commises par les exploitants des carrières, soit à ciel ouvert, soit souterraines, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux routes tant royales que départementales, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants des carrières souterraines, qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à ce qui est prescrit par les articles 50 et 82 de la loi sur les mines et carrières du 21 avril 1810, par l'article 31 du règlement général sur les carrières du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du 29 floréal an X et par les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le conducteur surveillant des carrières et concurremment par les autres fonctionnaires désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué définitivement en conseil de préfecture.

Art. 41. Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Art. 42. Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par le conducteur surveillant des carrières, et concurremment par

le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit tant par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, que par les art. 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Seront, lesdits procès-verbaux, dressés sur papier libre, visés pour timbre, enregistrés en débet.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par l'un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire, le tout conformément à ce qui est prescrit par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Art. 43. Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

Art. 44. La présente ordonnance sera insérée au Bulletin des lois et au recueil des actes administratifs du département.

Elle sera publiée à la diligence du préfet et par les soins des maires dans les communes où il existe des exploitations de carrières. Il en sera, en outre, donné par les maires une connaissance spéciale aux entrepreneurs de carrières.

Art. 45. Notre ministre secrétaire d'État des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Usine à fer de Blanc-Murger.

Ordonnance du 2 décembre 1844, qui autorise le sieur Carasson *à ajouter deux feux d'affinerie à son usine de* Blanc-Murger, *située commune de* Bellefontaine (Vosges). *Ladite usine contiendra en conséquence quatre feux d'affinerie et une tréfilerie avec ses accessoires.*

Ordonnance du 2 décembre 1844, qui autorise les sieurs Nourisson *frères à maintenir en activité, au lieu dit* Postillon, *commune de* Saint-Cyr-sur-Loire (Indre-et-Loire), *une usine à fer composée, 1° d'un haut-fourneau alimenté par un mélange de coke et de charbon de bois, 2° et de divers accessoires, tels qu'ateliers de moulage, soufflerie, etc.* Usine à fer, à Saint-Cyr-sur-Loire.

Ordonnance du 2 décembre 1844, qui autorise le sieur Morel *à maintenir en activité l'usine à fer de* Saint-Nicolas, *située dans la commune de* Rocroy (Ardennes). Usine à fer de Saint-Nicolas.

Cette usine est et demeure composée de deux groupes distincts, renfermant, l'un :
Quatre fours à puddler,
Six fours dormants,
Deux laminoirs à trois paires de cylindres,
Une fenderie et une roulerie;
Et l'autre groupe, inférieur au premier;
Un haut-fourneau,
Un bocard à crasses,
Trois fours dormants,
Un laminoir à une paire de cylindres,
Une forge à deux feux d'affinerie et un marteau.

(Extrait.)

Art. 14. Le permissionnaire est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Rocroi. Il se soumettra aux visites et recensements que les employés des douanes jugeront à propos de faire dans son établissement, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister d'un officier municipal.

Commerce de houille. — Patente.

Ordonnance du 6 décembre 1844, portant qu'un marchand de houille qui vend à la fois en gros et en détail doit payer la patente de première classe.

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu la requête à nous présentée par le sieur Fuzellier; ladite requête transmise par le préfet des Ardennes et enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 15 avril 1843, tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté du conseil de préfecture des Ardennes, en date du 1er février 1843, lequel a maintenu ledit sieur Fuzellier à la patente de marchand de houille en gros;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu l'avis du maire, en date du 12 juin 1842;

Vu les avis du contrôleur et du directeur des contributions directes, en date des 28 août et 10 septembre 1842;

Vu les observations du sieur Fuzellier, en date des 16 septembre et 21 décembre 1842;

Vu un nouvel avis du directeur des contributions directes, en date du 27 décembre 1842;

Vu les observations de notre ministre des finances en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi susvisé, lesdites observations enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 1er août 1843, et tendant au rejet de la requête;

Ensemble les pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 1er brumaire an VII;

Ouï M. Cornudet, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que le sieur Fuzellier exerce la profession de marchand de houille en gros; que dès lors c'est avec raison que le conseil de préfecture des Ardennes l'a maintenu à la première classe des patentes pour l'année 1842;

Art. 1er. La requête du sieur Fuzellier est rejetée.

Art. 2. Nos ministres, etc.

Ordonnanee du 6 décembre 1844, portant rejet d'un pourvoi formé contre l'arrêté d'un conseil de préfecture qui a déchargé un exploitant de carrière, non carrier de profession, du droit de patente.

Carrières. — Exploitation non sujette à la patente.

LOUIS-PHILIPPE, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu le rapport de notre ministre des finances, ledit rapport enregistré au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 24 décembre 1842, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté du conseil de préfecture de la Charente-Inférieure, du 21 novembre 1842, lequel a accordé au sieur Retailleaud, demeurant au Donchet, décharge des droits de patente auxquels il a été imposé pour l'exercice 1841, en qualité de carrier;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu les avis du maire, du contrôleur et du directeur des contributions directes;

Vu les observations du sieur Retailleaud, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, lesdites observations enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 15 juillet 1843, et tendant au rejet des conclusions de notre ministre des finances;

Vu la lettre de notre ministre des finances, ladite lettre enregistrée, comme dessus, le 23 juillet 1844;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu l'article 29 de la loi du 1er brumaire an VII;

Ouï M. Cornudet, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'il ne résulte pas de l'instruction que le sieur Retailleaud exerce la profession de carrier;

Art. 1er. Les conclusions du rapport de notre ministre des finances sont rejetées.

Art. 2. Nos ministres, etc.

Ordonnance du 14 décembre 1844, portant rejet du pourvoi de M. le comte D'HOFFELIZE *contre une décision du ministre des travaux publics, qui*

Minières de Saint-Pancré

a affecté aux usines de Gorcy 750 *voitures de minerai de fer provenant du contingent de l'artillerie dans les minières de* Saint-Pancré (Moselle).

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes sommaire et ampliative à nous présentées au nom du sieur comte d'Hoffelize, propriétaire des hauts-fourneaux de Lopigneux et de Longuyon, demeurant à Longuyon, département de la Moselle, lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, la 1re le 21 octobre 1841, la 2e le 31 janvier 1842, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision de notre ministre des travaux publics, du 14 juillet 1841, transmise au préfet de la Moselle le 22 du même mois, laquelle a rejeté la réclamation formée par les fermiers des hauts-fourneaux de Longuyon et de Lopigneux contre une décision de notre dit ministre du 27 juillet 1840, approbative d'un arrêté du préfet, du 27 mai précédent, ayant pour objet d'accorder aux sieurs Labbé et Legendre, propriétaires du haut-fourneau de Gorcy, l'affectation dans les minières de Saint-Pancré des 750 voitures de minerai de 2e et de 3e classes, qui faisaient partie du contingent de l'artillerie, et auxquelles le département de la guerre a déclaré renoncer; ce faisant et rapportant par suite l'autorisation ainsi accordée, dire et déclarer qu'il n'y a lieu de permettre aux propriétaires du haut-fourneau de Gorcy d'exploiter le minerai dont le département de la guerre a fait abandon dans les minières de Saint-Pancré, et condamner les défendeurs aux dépens;

Vu le mémoire en défense pour les sieurs Labbé et Legendre, enregistré au secrétariat général de notre conseil d'État, le 9 mai 1842, et concluant à ce qu'il nous plaise rejeter le pourvoi du demandeur et le condamner aux dépens;

Vu le mémoire en réplique pour le sieur comte d'Hoffelize, ledit mémoire enregistré, comme dessus, le 17 décembre 1842;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics, en réponse à la communication qui lui a été donnée des requêtes susvisées; ensemble les rapports et avis des agents de l'administration et du conseil général des mines, joints

à cette réponse; ladite lettre, et lesdits rapports et avis enregistrés au secrétariat général de notre conseil d'État, le 27 décembre 1843;

Vu la lettre adressée au préfet de la Moselle par notre sous-secrétaire d'État des travaux publics et portant notification de la décision attaquée de notre ministre des travaux publics du 14 du même mois; ensemble la notification faite de même au préfet de la décision de notre dit ministre, du 27 juillet 1840, également attaquée;

Vu la lettre de notre ministre de la guerre au préfet de la Moselle, du 20 mai 1840, et l'arrêté dudit préfet, du 27 du même mois;

Vu toutes les pièces jointes au dossier, et notamment l'édit du duc de Lorraine, du mois d'août 1699, portant établissement des droits de marque des fers; les arrêts du conseil royal des finances et du commerce, des 8 octobre 1746, 28 mai 1755, 6 avril et 23 juillet 1756, 15 décembre 1767, 22 février 1780, 13 avril 1784; les arrêtés du préfet de la Moselle, des 13 floréal an IX, 27 thermidor an X, 7 brumaire an XI;

Vu la loi des 28 juillet 1791 et 21 avril 1810; l'arrêté consulaire du 15 pluviôse an XI et le décret du 24 août 1811;

Ouï Mᵉ Jousselin, avocat du demandeur;

Ouï Mᵉ Parrot, avocat des défendeurs;

Ouï M. Hély-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'aux termes de l'article 1ᵉʳ de l'arrêté du 15 pluviôse an XI et des articles 1ᵉʳ et 3 du décret du 24 août 1811, susvisés, le propriétaire de chacun des hauts-fourneaux de Longuyon et de Lopigneux a permission d'extraire annuellement des minières connues sous le nom de Saint-Pancré du minerai jusqu'à concurrence de 1500 voitures du poids de 100 myriagrammes par voiture;

Que, par la décision attaquée, notre ministre des travaux publics s'est borné à transférer aux sieurs Labbé et Legendre la permission d'extraire des mêmes mines 750 voitures de minerai de 2ᵉ et 3ᵉ classes, faisant partie de l'affectation mise à la disposition du ministre de la guerre par l'article 2 du même arrêté et l'article 1ᵉʳ du même décret, et auxquelles notre dit ministre a renoncé;

Que cette décision n'a porté aucune atteinte aux droits réservés et limités par les articles ci-dessus cités, et qui

continueront d'appartenir aux propriétaires des fourneaux de Longuyon et de Lopigneux;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Les requêtes du sieur comte d'Hoffelize sont rejetées.

Art. 2. Le sieur comte d'Hoffelize est condamné aux dépens.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'Etat au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Machines à vapeur.

Ordonnance du 14 décembre 1844, portant rejet du pourvoi des sieurs Béthune *et* Plon *contre l'arrêté du préfet de police, qui leur défend de faire usage de deux chaudières et d'une machine à vapeur dans leurs ateliers, rue Saint-Georges, à* Paris.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes à nous présentées par les sieurs Béthune et Plon, imprimeurs, lesdites requêtes enregistrées au secrétariat-général de notre conseil d'Etat, les 23 décembre 1843 et 6 mai 1844, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté du préfet de police, en date du 8 décembre 1843, qui a rejeté leur demande tendante à être autorisés à faire usage de deux chaudières et d'une machine à vapeur dans leurs ateliers, situés à Paris, rue Saint-Georges, n° 16; provisoirement ordonner qu'il sera sursis à l'exécution dudit arrêté;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu les requêtes à nous présentées par 1° la dame veuve Kreutzer, propriétaire d'une maison, sise rue Saint-Georges, n° 18, y demeurant; 2° le sieur Buffaut, propriétaire d'une maison, rue Saint-Georges, n° 14, et y demeurant; 3° le sieur Famin, propriétaire, demeurant rue de la Victoire, n° 13 *bis*; 4° le sieur Drouin, propriétaire de la maison, rue de la Victoire, n° 15, et de-

meurant rue des Trois-Frères, n° 6, à Paris; lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, les 17 janvier, 10 février et 8 mai 1844, et tendant à ce qu'il nous plaise les recevoir intervenants dans l'instance introduite par le pourvoi ci-dessus; au fond, confirmer l'arrêté du préfet de police, du 8 décembre 1843; rejeter les requêtes des sieurs Béthune et Plon, et les condamner aux dépens;

Vu les observations de notre ministre des travaux publics, ensemble l'avis de la commission centrale des machines à vapeur, lesdites observations et l'avis enregistrés au secrétariat général de notre conseil d'État, les 14 février et 20 avril 1844;

Vu les observations de notre ministre du commerce; ensemble les avis du comité consultatif des arts et manufactures, en date des 25 mai et 27 juillet 1844; lesdites pièces enregistrées comme dessus, le 9 août 1844;

Vu le procès-verbal *de commodo et incommodo*, en date du 9 octobre 1843;

Vu les différents avis et rapports des ingénieurs et agents des mines;

Vu toutes les pièces du dossier;

Vu le décret du 15 octobre 1810, l'ordonnance du 14 janvier 1815 et notre ordonnance du 22 mai 1843;

Ouï, Mᵉ Labot, avocat des défendeurs;

Ouï, Mᵉ Hautefeuille, avocat des demandeurs;

Ouï, M. Paravey, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

En ce qui touche l'intervention de la dame Kreutzer et des sieurs Buffaut, Famin et Drouin,

Considérant que la dame Kreutzer et les sieurs Buffaut, Famin et Drouin, sont propriétaires des maisons voisines de celle occupée par les ateliers des sieurs Béthune et Plon; que dès lors ils peuvent avoir intérêt au maintien de l'arrêté attaqué; qu'ainsi leur intervention est recevable;

En ce qui touche l'excès de pouvoir reproché à l'arrêté du préfet de police,

Considérant qu'aux termes de l'article 4 de notre ordonnance du 22 mai 1843, les machines et les chaudières à vapeur, tant à haute qu'à basse pression, ne peuvent être établies qu'en vertu d'une autorisation délivrée conformément à ce qui est prescrit par le décret du 15 octo-

bre 1810 pour les établissements insalubres et incommodes de deuxième classe;

Qu'aux termes de l'art. 7 du décret du 15 octobre 1810, de l'art. 4 de l'ordonnance du 14 janvier 1815, et de l'art. 79 de notre ordonnance du 22 mai 1843, c'est au préfet de police, à Paris, qu'il appartient de statuer sur les demandes en autorisation d'un établissement de cette espèce;

Que, dès lors, le préfet, en statuant sur la demande qui lui était présentée par les sieurs Béthune et Plon, a agi dans les limites de ses pouvoirs;

Au fond :

Considérant que les établissements de la deuxième classe ne peuvent être autorisés qu'autant qu'on a acquis la certitude qu'ils ne pourront ni incommoder les propriétaires du voisinage, ni leur causer des dommages;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que l'établissement d'une machine à vapeur dans les ateliers d'imprimerie des sieurs Béthune et Plon présenterait, à raison de l'exiguïté du local et de sa position contiguë avec les propriétés voisines, des conditions de danger et d'incommodité telles qu'il n'y a pas lieu de l'autoriser;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. L'intervention de la dame Kreutzer et des sieurs Buffaut, Famin et Drouin, est admise.

Art. 2. La requête des sieurs Béthune et Plon est rejetée.

Art. 3. Les sieurs Béthune et Plon sont condamnés aux dépens envers les intervenants.

Art. 4. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Carrière des Sablons (Seine).

Ordonnance du 24 *décembre* 1844, *portant rejet du pourvoi du sieur* Cissac *contre un arrêté du préfet de la Seine qui lui défend d'exploiter une carrière de pierre à bâtir au lieu dit* les Sablons.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu la requête à nous présentée par le sieur Cissac, marchand carrier, ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'État, le 24 novembre 1843, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler, comme incompétemment rendu et entaché d'excès de pouvoirs, un arrêté du préfet de la Seine, en date du 31 août 1843, qui rapporte un précédent arrêté du 22 avril 1842, qui autorisait ledit sieur Cissac à exploiter une carrière de pierre à bâtir, au lieu dit les Sablons; subsidiairement l'annuler encore, quant au fond; faire réserve, dans tous les cas, de répéter contre qui de droit tous dommages et intérêts, et d'exercer tous autres droits et actions, et condamner l'administration des hospices de Paris aux dépens,

Vu l'arrêt attaqué;

Vu les observations du préfet de la Seine, en réponse au pourvoi, lesdites observations enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, le 13 janvier 1844, et tendant au rejet de la requête;

Vu le mémoire en réplique du sieur Cissac, ledit mémoire enregistré au secrétariat de notre conseil d'État, le 30 août 1844, et tendant au rejet de la requête;

Vu le mémoire en réplique du sieur Cissac, ledit mémoire enregistré au secrétariat général de notre conseil d'État, le 30 août 1844, et tendant aux mêmes fins que la requête introductive d'instance;

Vu la lettre du préfet de la Seine, en date du 13 novembre 1843, par laquelle ledit préfet déclare au sieur Cissac qu'il maintient son arrêté du 31 août 1843;

Vu l'arrêté du préfet de la Seine en date du 22 avril 1842;

Vu le rapport des ingénieurs des mines, inspecteurs des carrières;

Vu ensemble toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 21 avril 1810, titre V, articles 47, 48, 49 et 50; titre VIII, articles 81 et 82;

Vu le décret du 22 mars 1813, le règlement y annexé, et notamment l'article 27 dudit règlement;

Ouï, Mᵉ Beguin-Billecoq, avocat du requérant;

Ouï, M. Hely-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que les arrêtés du préfet ne peuvent nous être déférés directement en notre conseil d'Etat,

hors les cas spécialement déterminés par les lois, que pour excès de pouvoir ou incompétence;

Que, d'après les dispositions susvisées de la loi du 21 avril 1810 et du règlement annexé au décret du 22 mars 1813, l'exploitation des carrières est soumise à la surveillance des préfets, qui peuvent, en cas de dangers, l'interdire et la condamner; que, dès lors, le préfet de la Seine, en interdisant comme dangereuse, à raison de son voisinage du puisard de Bicêtre, l'exploitation de la carrière du sieur Cissac, n'a point agi hors des limites de ses pouvoirs ou de sa compétence;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête du sieur Cissac est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mine d'anthracite du Mas des Combes.

Ordonnance du 27 décembre 1844, qui accorde au sieur Jean-Baptiste Gautier *la concession d'une mine d'anthracite située dans la commune du* Mont-de-Lans, *arrondissement de* Grenoble (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession du Mas des Combes*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par la Romanche, depuis l'embouchure du ruisseau de Ponteil jusqu'à celle du ruisseau de Bruent, situé en amont du précédent;

A l'Est, par une ligne droite menée de l'embouchure du ruisseau de Bruent à la Croix dite de Serts, placée sur le chemin du Mont-de-Lans à la Ferie;

Au Sud, par une ligne droite menée de la Croix de Serts au point de jonction du ruisseau du Ponteil avec le chemin du Ponteil au Mont-de-Lans;

A l'Ouest, par une ligne droite joignant ledit point

de jonction à l'embouchure du ruisseau du Ponteil dans la Romanche, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de vingt-sept hectares, douze ares.

Cahier des charges relatif à la concession de la mine d'Anthracite du Mas-des-Combes.

(Extrait.)

Art. 2. On continuera la galerie commencée au point A du plan, en suivant la direction de la couche déjà découverte et en conservant la pente uniquement nécessaire à l'écoulement de l'eau. Cette galerie sera boisée solidement, pour servir à la fois à l'extraction et à l'écoulement, pendant toute la durée de l'exploitation. Les dimensions en longueur, largeur et hauteur seront fixées par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

Art. 9. Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture de travaux dans les bois communaux du Mont-de-Lans, avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 10. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Art. 11. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler le terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de

l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Mines d'anthracite de Brûlon.

Ordonnance du 27 décembre 1844, qui accorde aux sieurs Alexandre-Claude-François, vicomte DE VANNOISE, comte Clément DE TILLY père, comte Henri-Clément DE TILLY fils, Toussaint-Charles OZOU père, Auguste-Toussaint OZOU DE VERRERIE *et* Achille-Edmond OZOU, *la concession de mines d'anthracite situées dans les communes de* BRULON, *de* SAINT-OUEN *et de* MOREIL, *arrondissement de* LA FLÈCHE (Sarthe).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Brûlon*, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord et au Nord-Est, deux droites menées, la première, de l'angle Ouest du bâtiment le plus oriental de la métairie des Bosseries à l'angle Nord du bâtiment de la ferme de Guerondeau, le plus au Nord ; la seconde, de ce dernier point à l'angle Nord-Est du bâtiment le plus au Nord de la ferme de la Plissonnière ;

A l'Est, une droite tirée de la Plissonnière sur le clocher de Saint-Ouen ;

Au Sud-Ouest, deux droites menées successivement du clocher de Saint-Ouen à celui de Brûlon et, de ce dernier point, à la métairie des Bosseries, point de départ, cette seconde droite formant une limite commune à la nouvelle concession et à celle de Viré ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix kilomètres carrés, trente-six hectares.

Cahier des charges relatif à la concession de la mine d'anthracite de BRULON.

(Extrait.)

Art. 2. Immédiatement après l'obtention de la concession, les concessionnaires pratiqueront des travaux de

recherches, afin de reconnaître le prolongement, sur la rive droite de la Vègre, de la couche d'anthracite de l'Écotterie.

Ordonnance du 27 décembre 1844, portant que le sieur Istasse *est autorisé à établir onze lavoirs à mines pour la préparation du minerai de fer, au lieu dit* la Goulette, *commune de* Saint-Pancré (Moselle).

Lavoirs à Saint-Pancré

(Extrait.)

Art. 3. Si l'administration juge ultérieurement que des bassins soient établis pour l'épuration des eaux, le permissionnaire devra se conformer aux dispositions qui seront prescrites par l'administration. Le cas arrivant, il sera tenu de fournir au préfet, dans le délai qu'il lui fixera, un nouveau plan, en triple expédition, sur l'échelle de 2 millimètres par mètre, des lavoirs ci-dessus autorisés et des terrains environnants, pour servir à déterminer l'emplacement et les dimensions desdits bassins.

Ordonnance du 27 décembre 1844, portant que la compagnie anonyme des forges et fonderie de la Providence (Belgique), *est autorisée à établir, dans la commune d'*Haumont (Nord), *une usine à fer contenant :*

Usine à fer, commune d'Haumont.

1° Un four de finerie,
2° Quatorze fours à puddler,
3° Sept fours à réverbère de chaufferie,
4° Quatre fours à réverbère pour la tôle,
5° Trois cubilots et un four à réverbère pour refondre la fonte,
6° Les machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine,
7° Les laminoirs et autres machines de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication du fer,
8° Enfin tous les accessoires qui pourront être nécessaires, tels que tours, cisailles, ateliers de moulage, etc.

(Extrait.)

Art. 3. Les permissionnaires se soumettront à la formalité du compte-ouvert à la douane, et au libre exercice des préposés des douanes dans leur usine, même aux heures de nuit, sans l'assistance d'un officier municipal. Les agents de l'administration des douanes seront admis à exercer leur contrôle sur la fabrication, à l'effet de constater le déchet qui résultera des diverses élaborations auxquelles la fonte sera soumise.

Art. 4. Les permissionnaires ne pourront faire usage dans leur usine que de combustibles minéraux.

Usine à fer de la Serve.

Ordonnance du 27 *décembre* 1844, *portant que* Mme veuve MULLER *et* ses enfants *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer de* LA SERVE, *commune de* CHAMPAGNOLE (Jura).

Ladite usine est et demeure composée :

1° De six feux d'affinerie, dont quatre seulement seront tenus simultanément en activité, les deux autres ne devant servir que pour remplacer ceux qui seraient en fériation;

2° D'un cubilot;

3° D'une tirerie, d'une tréfilerie et d'ateliers pour la fabrication des clous dits pointes de Paris, et des chaînes;

4° Des machines soufflantes, des machines de compression et de tous les accessoires nécessaires à la confection des produits de l'usine.

Martinet, à St-Hippolyte.

Ordonnance du 27 *décembre* 1844, *qui autorise les sieurs* Augustin et Philippe VADAM *à établir un martinet pour ouvrer le fer, sur le* DOUBS, *au lieu dit* LE GOUFFRE DE LOD, *commune de* ST-HIPPOLYTE (Doubs).

CIRCULAIRES

Adressées aux Préfets et aux Ingénieurs des mines.

Paris, le 24 août 1843.

Appareils à vapeur. — Envoi d'une ordonnance portant rectification de l'article 24 de l'ordonnance du 22 mai et de l'article 31 de celle du 23 mai 1843.

Monsieur le préfet, les ordonnances des 22 et 23 mai 1843, relatives aux machines et chaudières à vapeur et aux bateaux à vapeur, ont déterminé, dans la section qui concerne les appareils de sûreté, les proportions qu'il serait permis de donner aux rebords des soupapes, eu égard aux dimensions de la partie de leur surface exposée directement à l'action de la vapeur.

Cette disposition a pour but de prévenir le défaut de précision que présenterait la soupape, si son rebord, ou, en d'autres termes, la surface annulaire par laquelle son disque s'appuie sur la tubulure, avait une trop grande étendue comparativement à l'orifice que ce disque doit fermer.

Mais il s'est glissé une omission dans l'énoncé des conditions prescrites à ce sujet au paragraphe 2 de l'article 24 de la première de ces ordonnances et de l'article 31 de la seconde, lequel s'exprime ainsi : « La largeur de » la surface annulaire de recouvrement ne devra pas dé- » passer la trentième partie de la surface circulaire expo- » sée directement à la pression de la vapeur, et cette » largeur, dans aucun cas, ne devra excéder deux milli- » mètres. »

Comme on ne peut comparer entre elles que des grandeurs de même espèce, il est évident qu'en prenant pour l'un des termes du rapport la *largeur* de la surface de recouvrement, on ne pouvait prendre pour l'autre terme que le rayon ou le diamètre de l'orifice circulaire de la soupape.

C'est ce mot *diamètre* qui a été omis.

Les détails consignés dans l'instruction du 23 juillet 1843

faisaient bien voir, du reste, dans quel sens on avait entendu la règle posée à cet égard. Ils indiquent positivement qu'il s'agit, d'une part, du *diamètre* de l'orifice de la soupape, et, d'autre part, de la largeur correspondante de la zone de contact ou anneau de recouvrement. Toutefois il devenait nécessaire de rectifier les deux articles en question.

J'ai l'honneur de vous adresser, avec la présente, une expédition de l'ordonnance du 15 juin dernier (1), portant rectification de ces deux articles.

Je vous prie de m'accuser réception de cette circulaire dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs. J'en joins ici un exemplaire pour la commission de surveillance des bateaux à vapeur établis à

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 28 novembre 1844.

Surveillance des mines. — Demande des procès-verbaux de visite dressés en 1844.

Monsieur le préfet, aux termes des articles 6 et 23 du décret du 3 janvier 1813, MM. les ingénieurs des mines doivent rédiger des procès-verbaux de visite des mines dont la surveillance leur est confiée.

Je vous prie de demander ceux qui ont été dressés pour votre département dans le courant de la présente campagne. Veuillez vous faire remettre en même temps un rapport général indiquant les principaux faits constatés, les améliorations qui ont eu lieu et celles qui restent à réaliser. Plusieurs de MM. les ingénieurs sont dans l'usage de fournir annuellement de semblables résumés; ce sont des compléments fort utiles des procès-verbaux de visite, et il est fort désirable que cette disposition soit suivie dans tous les départements.

D'après l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, il vous appartient, monsieur le préfet, de pourvoir à ce qu'exigeraient la sûreté publique, la conservation des puits, la

(1) Cette ordonnance est insérée dans le tome V des *Annales* (4e série), page 125.

solidité des travaux, la sûreté des ouvriers mineurs ou des habitations de la surface : j'appelle particulièrement votre attention sur cet objet important. L'ordonnance royale du 26 mars 1843 donne les moyens de faire exécuter d'office les travaux qui seraient jugés nécessaires, ainsi que les prescriptions des règlements sur la police souterraine, qui sont relatives à la tenue des plans et registres d'avancement des ouvrages intérieurs, à l'établissement du service de santé. Il conviendra de recourir aux dispositions de cette ordonnance, si les exploitants ne se conformaient pas aux injonctions qui leur seraient adressées.

Je vous serai obligé de me faire parvenir le plus tôt possible les documents dont il s'agit, en m'informant des mesures que vous auriez prises ou que vous vous proposeriez de prendre à l'égard de chaque mine. Je me réfère, du reste, aux instructions contenues dans les circulaires des 30 janvier 1837 et 10 mai 1843.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 20 décembre 1844.

Monsieur, d'après la circulaire du 15 avril 1834, MM. les ingénieurs des mines doivent présenter, chaque année, à la fin de décembre, les comptes de leurs travaux. Compte-rendu de 1844.

Le moment approche où vous devez m'adresser le compte relatif à l'année 1844.

J'ai remarqué que plusieurs des comptes-rendus de 1843 n'avaient pas été dressés suivant ce qui a été réglé par les instructions. Il est essentiel de s'y conformer.

Je rappellerai particulièrement qu'il convient de faire connaître les travaux de recherches exécutés, les résultats obtenus de ces travaux, ainsi que les améliorations qui ont pu être introduites soit dans l'exploitation des mines, minières, tourbières et carrières, soit dans les

procédés de fabrication. Je me réfère à ce sujet, aux instructions spéciales contenues dans ma dépêche du 15 décembre 1843.

Je vous invite, monsieur, à me transmettre sans retard votre compte rendu de 1844.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 29 décembre 1844, — M. Drouot, ingénieur ordinaire de 1[re] classe au corps royal des mines, est élevé au grade d'ingénieur en chef de 2[e] classe.

Par arrêté du ministre des travaux publics, du 4 juillet 1844, — le poste de garde-mines créé par l'arrêté du 18 février 1840 à la résidence de Vitré (Ille-et-Vilaine), demeure supprimé.

Par arrêté du ministre, du 4 juillet 1844, —M. Renouf, élève-ingénieur des mines hors de concours, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Vicdessos (Ariége).

Par arrêté du ministre, du 7 juillet 1844, — M. Bertera, élève-ingénieur hors de concours, est chargé du service des mines dans le département du Loiret, en remplacement de M. Parrot, admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite.

Par arrêté du ministre, du 31 *octobre* 1844, — le sous-arrondissement minéralogique d'Alais est restreint au service des départements de l'Ardèche, de la Lozère, et, dans le département du Gard, au seul arrondissement de sous-préfecture d'Alais; — le sous-arrondissement de Montpellier demeure composé du département de l'Hérault et des trois arrondissements de sous-préfecture de Nîmes, d'Uzès et du Vigan dans le département du Gard.

Par arrêté du ministre, du 24 novembre 1844, — il est décidé que les trois sous-arrondissements qui forment l'arrondissement minéralogique de Grenoble, comprendront à l'avenir : le premier, les départements des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse; le deuxième, les départements du Var, des Basses-Alpes et de la Corse; le troisième, les départements de l'Isère, des Hautes-Alpes

et de la Drôme; — la résidence des ingénieurs des premier et troisième sous-arrondissements demeure fixée à Marseille et à Grenoble ; celle de l'ingénieur du deuxième sous-arrondissement est transférée d'Avignon à Draguignan.

Par arrêté du ministre, *du* 21 *décembre* 1844, — M. Delaunay, ingénieur ordinaire des mines, est nommé professeur du dessin des machines et de stéréotomie à l'École des mines, en remplacement de M. Girard, décédé; — il est chargé en outre de faire un cours préparatoire pour les élèves externes sur la géométrie descriptive et les éléments du calcul infinitésimal et de physique.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME V.

MÉTALLURGIE.

Pag.

EXPLOITATION. — MÉCANIQUE.

ADMINISTRATION.

PLANCHES JOINTES AU TOME VI.

FIN DU TOME VI.

PL. II.

...cation des ...

...ver. ...dessous de l'Hopital de Venasque.

...eille Aure

Aneizan

...00 mètres.

20000 mètres.

...ne des Pyrénées pa...

...et Schiste argileux.

Calcaire en partie dolomitisé.

Schiste et Grauwacke.

Couches calcaires changées par places en Dolomie.

Schiste argileux.

Port de Venasque

Schiste siliceux

E. 28 N.

E. 15 N.

E. 17 N.

E. 18 N.

Lac occu... le fond d'u...

Hopital

...ur 1000 mètres.

Schiste argileux accompagné de quelques bancs calcaires.

Schiste et Calcaire.

Calcaire marbre de transition.

Schiste micacé passant au Gneiss traversé par des injections granitiques.

Granite.

Couches calcaires.

NORD

Cazau

Pt. de Guran

Cierp

Estônes

...5 pour 1000 mètres.

20000 mètres.

...ine des Pyrénées p...

Schiste et Calcaire.

Schiste et Calcaire.

Schiste et Calcaire.

Calcaire cristallin appartenant au lias.

Viedessos

Lerzolite.

Calcaire cristallin.

Orus

NORD

Granite

...N.

E. 32 N.

E.

O. 25 N.

Ordino

...mèt.

20000 mètres.

Lemaitre sc.



Pag.

Pl. XII.

[illegible]

...cation de...

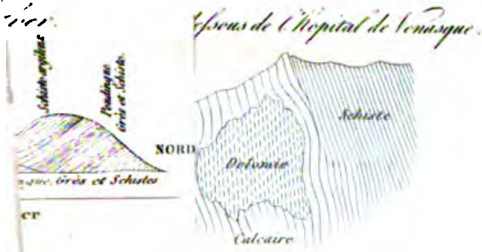


Fig. 12.

Vue représentant d'une masse de Quarz avec minerai au contact du Granite et du Calcaire ...tre les couches ... (Pyrénées orientales)



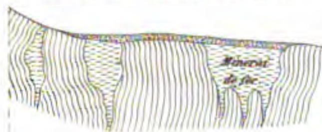
Fig. 13.

...sition des amas de minerai de fer dans les Pyrénées.



Fig. 14.

...sposition des amas de minerai de fer dans l'ouest de la France.



Lemaitre sc.



M I

...fuge en...

Fig. 3.

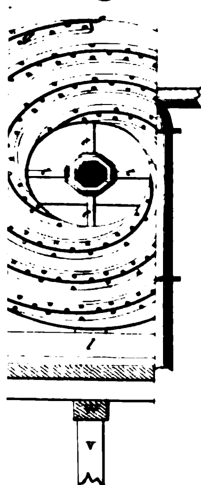
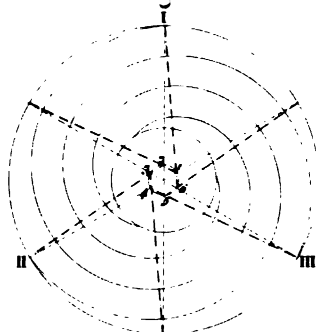
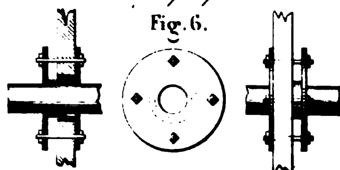


Fig. 5.



Construction graphique des tubes.

Fig. 6.



...nsversale...

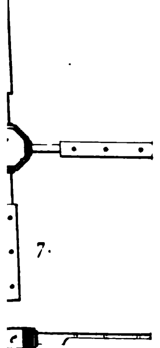


Fig. 12.

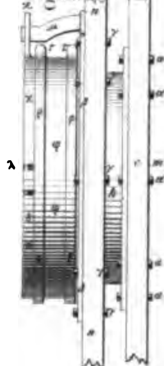
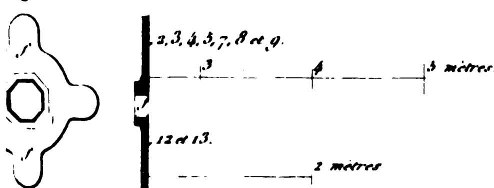


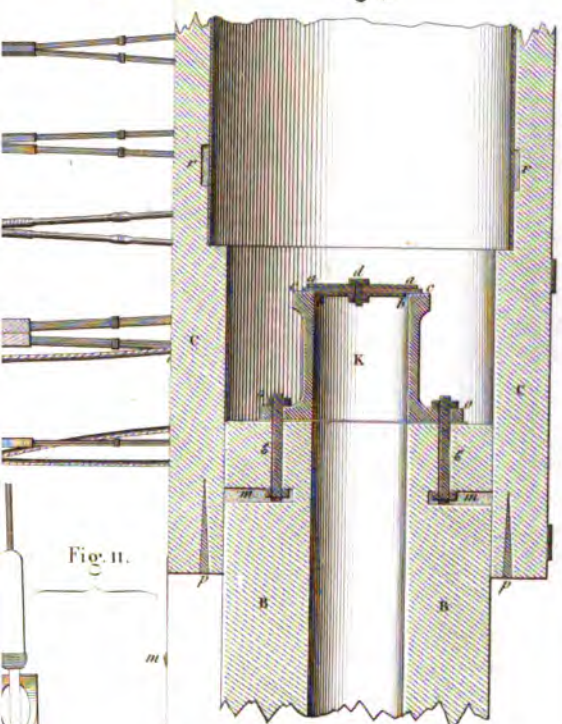
Fig. 13.

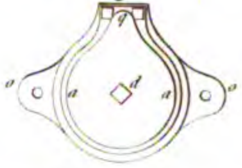


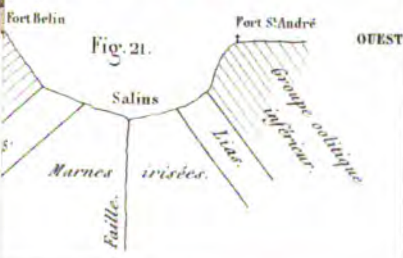
Fig. 8.



Lemaître sc.

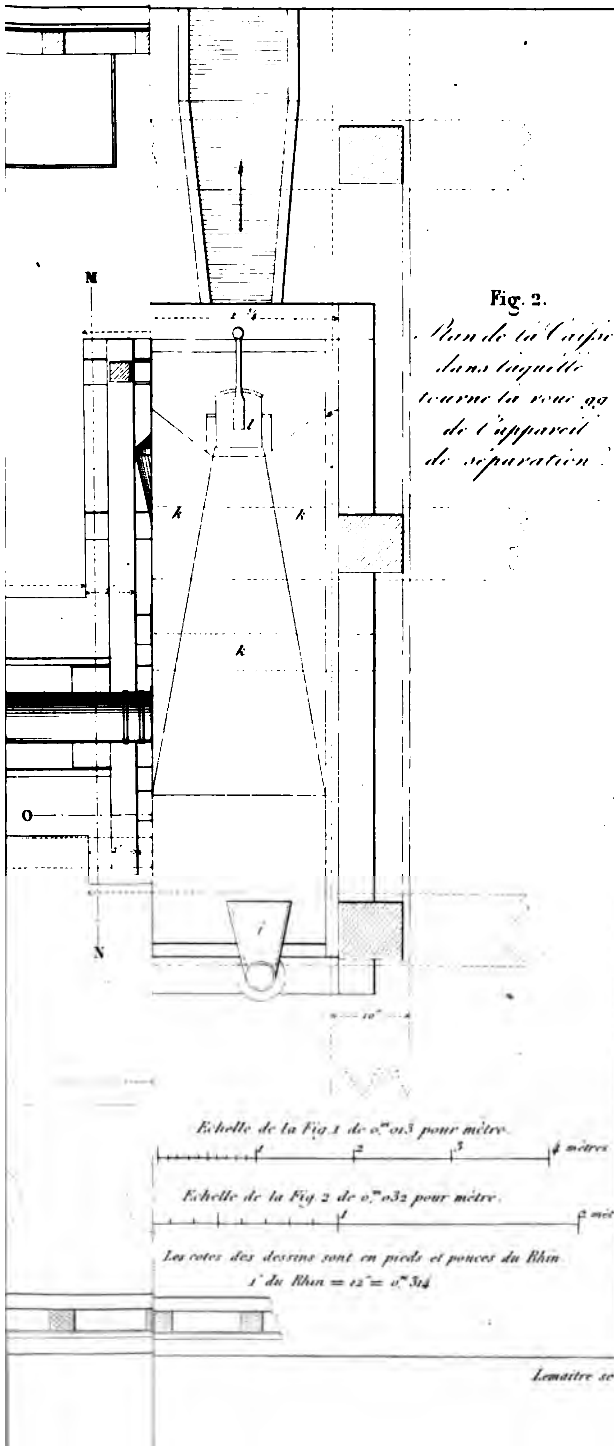

...bles en fil de fer ... au foncement d'un Puits.
Fig. 17.
Fig. 11.
r
r
a
d
a
c
c
K
C
C
b
b
m
m
p
p
B
B
m


Fig. 16.
q
o
a
d
a
o

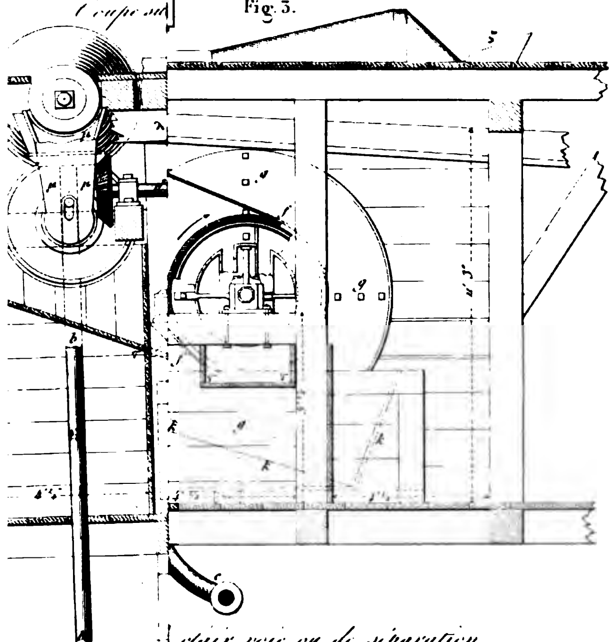

Gorge de Salins.
Fort Belin
Fort S.t André
OUEST
Fig. 21.
Salins
Groupe oolitique inférieur.
Lias.
Marnes irisées.
Faille.

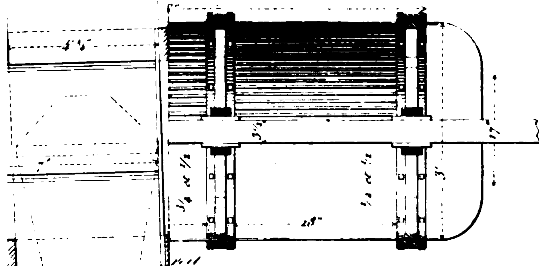
Lemaître sc.




M
Fig. 2.
Plan de la Caisse dans laquelle tourne la roue qq de l'appareil de séparation.
k
k
k
O
N
Echelle de la Fig. 1 de 0.m 013 pour mètre.
1
2
3
4 mètres
Echelle de la Fig. 2 de 0.m 032 pour mètre.
1
2 mèt
Les cotes des dessins sont en pieds et pouces du Rhin
1' du Rhin = 12" = 0.m 314

Lemaitre sc.

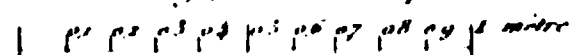




Echelle des Fig. 1 à 3 et 7 de 0.m 015 p.r mètre



Echelle des Fig. 4 5 et 6 de 0.m 05 p.r mèt



Nota *Les cotes des dessins sont marquées en pieds et en pouces du Rhin.*

1' du Rhin = 12" = 0.m 314

Lemaitre sc.

la Galène

ur remonter gonal. Fig 5 et 6.

Fig. 2. *tion latérale.*

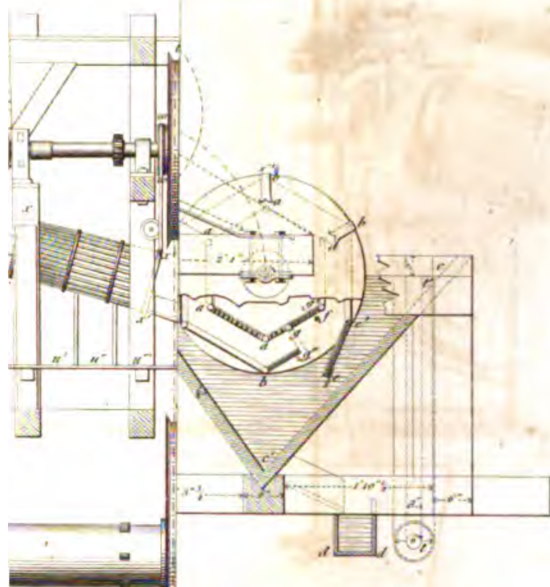


Fig. 6. *Plan.*

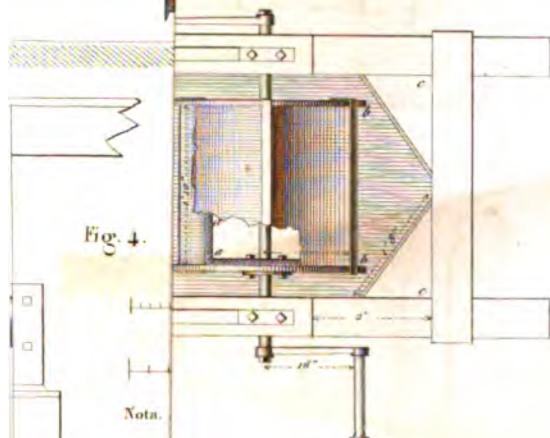


Fig. 4.

Nota.

Lemaitre sc.

par éboule

Fig. 3.

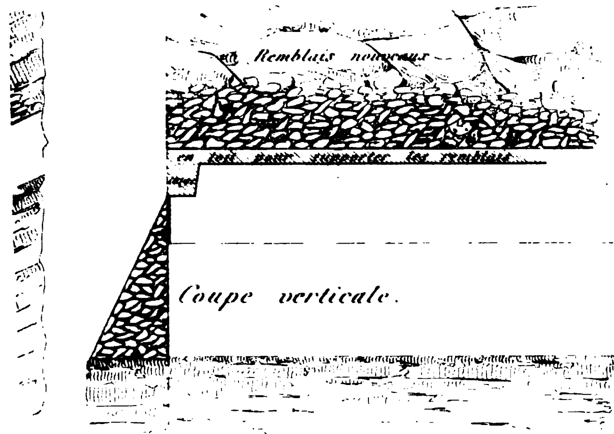
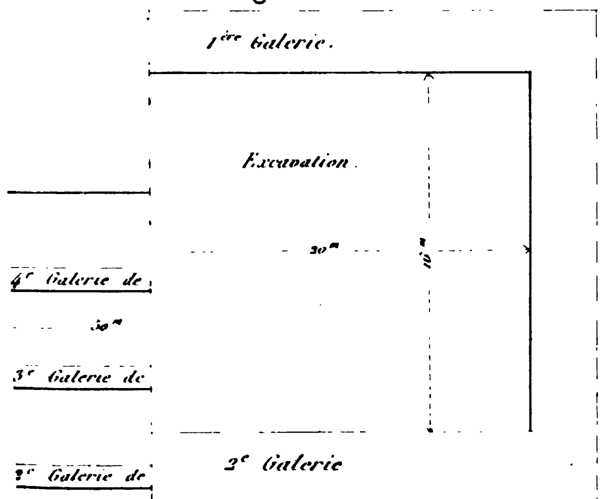


Fig. 4.



de Ro

Échelle des Fig. 1 et 2 de 0m 0015 pour mètre.

10 20 40 mètres.

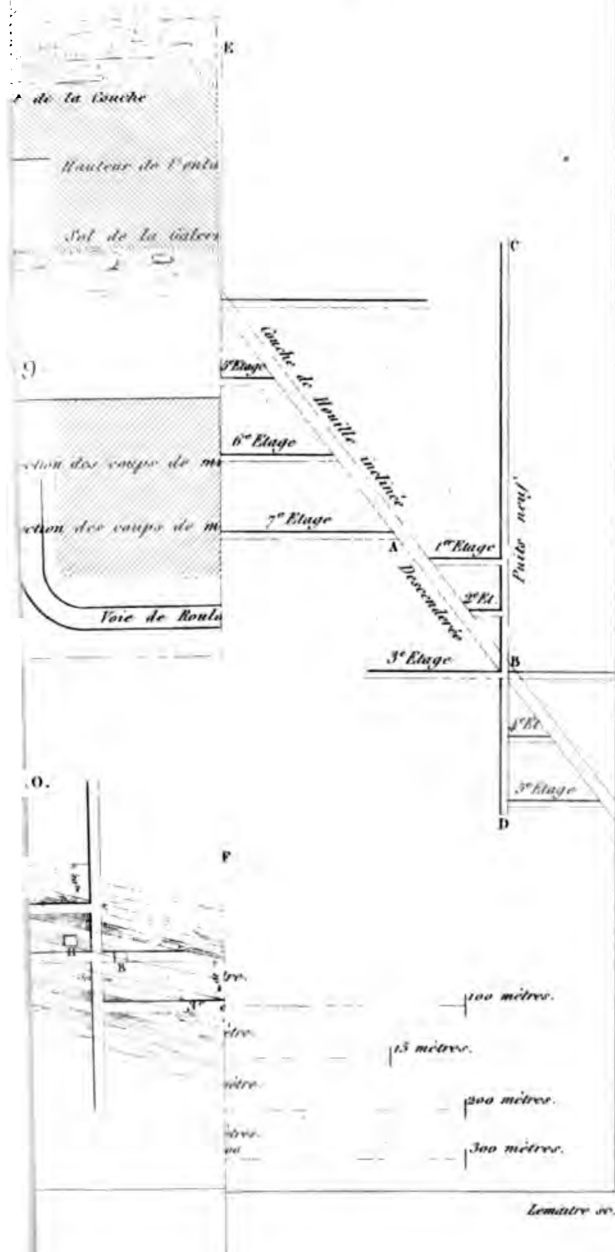
Échelle des Fig. 3 et 4 de 0m 003 pr mètre.

5 10 20 mètres.

Échelle de la Fig. 6 de 0m 006 pour mètre.

2 3 4 5 10 mètres.

Lemaitre sc


n par éboulem
. 8.
Fig. 12.
E
de la Couche
Hauteur de l'enta
Sol de la Galeri
9
C
Couche de Houille inclinée
Descenderie
Puits neuf
6e Etage
7e Etage
1er Etage
2e Et.
3e Etage
A
B
D
Voie de Roula
.O.
F
B
100 mètres.
15 mètres.
200 mètres.
300 mètres.

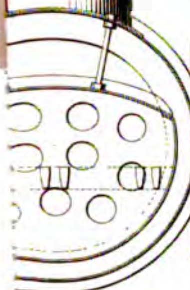
Lemaître sc.

...res des Ba...

...upe en travers
...nt l'accident.

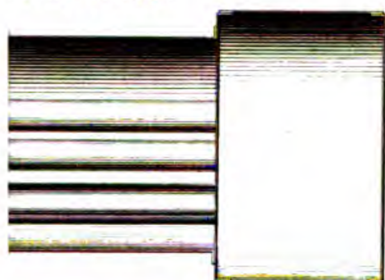
...re du Lavaret avant l'accident.

...g. 1.





... l'accident.



2 mètres

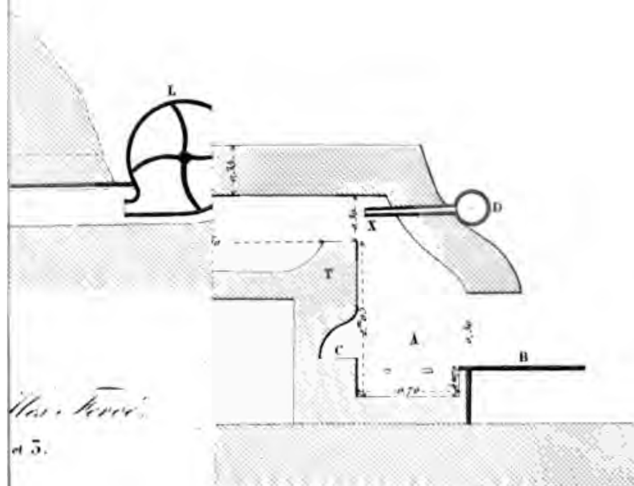
...éphir.



Lemaitre sc.

Fig. 4.

...r à puddler de Montblainville.



...lles Ferré.

...et 3.

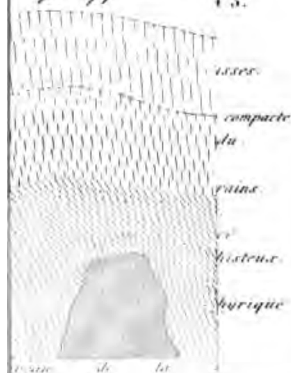
...e pour mètre

3 | 4 mètres.

...'une Caverne de l'i...

... Tuf trappien au ...

...t 3.



...isses.

...compacte

...du

...rains

...histeux.

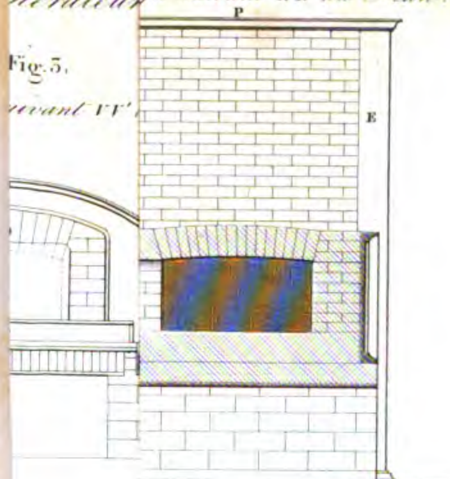
...hyrique

3.

a Assises de Trapp
b Trapp verdâtre
c Tuf rougeâtre
d Tuf rougeâtre
e Tuf gris foncé
f Tuf gris foncé.

Lemaitre sc.





ó de 0.m 02 pour mètre.

3 4 5 mètres.

Fig. 4.

suivant S

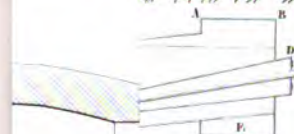
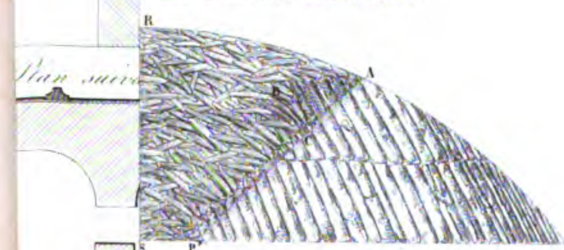


Fig. 2.

Condenseur pour l'acide pyroligneux.

Meule à moitié carbonisée.

Plan suiv



2 pour mètre.

2 mètres

de 0.m 016 pour mètre

4 5 6 7 mètres

Lemaitre. sc

